

Emploi du Gaz Carbonique dans l'Anesthésie Générale

THÈSE

présentée et soutenue publiquement le 1^{er} Mars 1935

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Jean-Louis DUPONT

Né le 9 Février 1910 à Trinité-Porhoët (Morbihan)

Examineurs de la Thèse . .	{	MM. MICHEL, professeur	Président.
		PERRIN, professeur	{ Juges.
		GUILLEMIN, agrégé	
		CHALNOT, agrégé	

Le candidat répondra aux questions qui lui seront posées sur les diverses parties de l'enseignement médical

NANCY
SOCIÉTÉ D'IMPRESSIONS TYPOGRAPHIQUES
1935



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Emploi du Gaz Carbonique dans l'Anesthésie Générale

THÈSE

présentée et soutenue publiquement le 1^{er} Mars 1935

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

Jean-Louis DUPONT

Né le 9 Février 1910 à Trinité-Porhoët (Morbihan)

Examineurs de la Thèse ..	{	MM. MICHEL, professeur	Président.
		PERRIN, professeur	{ Juges.
		GUILLEMIN, agrégé	
		CHALNOT, agrégé	

Le candidat répondra aux questions qui lui seront posées sur les diverses parties de l'enseignement médical

NANCY

SOCIÉTÉ D'IMPRESSIONS TYPOGRAPHIQUES

1935

Faculté de Médecine de l'Université de Nancy

Doyen : M. L. SPILLMANN, O  I 

Professeurs honoraires : MM. NICOLAS,  I 

WEISS, O  I ; BOUIN, O  I ; ANCEL,  I ;
GARNIER  I ; MACÉ  I ; P. PARISOT, O  I ;
DUFOUR,  I ; G. THIRY  I .

Professeurs :

Anatomie pathologique	M. L. HOCHÉ, O.  I.  .
Clinique médicale	M. G. ETIENNE, O  I  .
Clinique des malad. syphilit. et cutanées	M. L. SPILLMANN, O.  I.  .
Clinique de chir. infant. et d'orthopédie	M. R. FRÉLICH,  I.  .
Physiologie	M. M. LAMBERT,  I.  .
Clinique obstétricale et d'accouchements	M. A. FRUHINSHOLZ, O.  I.  .
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	M. P. JACQUES,  I.  .
Clinique de chirurgie urinaire	M. P. ANDRÉ,  I.  .
Histologie	M. R. COLLIN,  I.  .
Anatomie descriptive	M. M. LUCIEN,  I.  .
Clinique chirurgicale	M. G. MICHEL,  I.  .
Clinique médicale	M. L. RICHON,  I.  .
Chimie médicale	M. H. ROBERT,  I.  .
Thérapeutique	M. M. PERRIN,  I.  .
Hygiène et médecine préventive	M. J. PARISOT, C  I  .
Clinique chirurgicale	M. HAMANT,  I.  .
Clinique ophtalmologique	M. P. JEANDELIZE,  A  .
Hydrologie	M. SANTENOISE,  A  .
Clinique des maladies des enfants	M. L. CAUSSADE,  I.  .
Bactériologie	M. DE LAVERGNE,  I.  .

M. JOB,  I , professeur sans chaire.

M. WATRIN,  I , professeur sans chaire.

Chargés de cours complémentaires :

Pharmacologie	M. M. PERRIN,  I.  , professeur.
Clinique des maladies tuberculeuses (1)	M. P. SIMONIN, A.   , agrégé.
Pathologie générale	M. P. SIMONIN, A.   , agrégé.
Clinique gynécologique	M. A. BINET,  I  , agrégé libre.
Pathologie externe	M. GUILLEMIN, A   , agrégé.
Clinique des maladies contagieuses	M. DE LAVERGNE,  I.  , profes.
Propédeutique dermatologique	M. WATRIN,  I  , prof. sans chaire
Médecine opératoire	M. M. BARTHELEMY,  I  , ag. lib.
Electrothérapie et radiologie	M. G. LAMY,  I  , agrégé libre, chef de travaux.
Accouchements (Cours théorique)	M. JOB,  I  , profess. sans chaire.
Obstétrique	M. VERMELIN,  A.  , agrégé.
Clinique propédeutique médicale	M. DROUET, A.   , agrégé.
Anatomie et médecine légale	M. MUTEL,  I.  , agrégé.
Pathologie interne	M. ABEL,  A.  , agrégé.
Clinique des maladies mentales	M. HAMEL,   , docteur.
Education physique (1)	M. L. MERKLEN, A   , agrégé.
Physiologie du travail	M. L. MERKLEN, A   , agrégé.
Clinique neurologique (1)	M. MICHON, docteur.
Propédeutique O.-R. L. (1)	M. AUBRIOT, docteur.
Parasitologie	M. DOMBRAY, docteur.

Agrégés en exercice

M. MERKLEN, A  .
M. FLORENTIN.
M. BODART.
M. CHALNOT.
M. WOLFF.
M. POURCINES.
M. MELNOTTE, O .

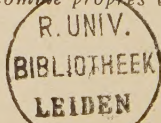
M. MUTEL,  I. .
M. VERMELIN,  A. .
M. GUILLEMIN, A.  .
M. ABEL,  A. .
M. DROUET, A.  .
M. P. SIMONIN, A.  .

Agrégés libres

MM. G. GROSS,  I ; S. REMY, I ; BUSQUET, I ;
M. FAIRISSE, I.  BINET,  I ; BARTHELEMY,  I ;
LAMY,  I ; M. E. TRIBOLET, I  Secrétaire.

(1) Fondation de l'Université.

La Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend ni les approuver ni les imputer.



A MA MÈRE

*En témoignage de ma reconnaissance
et de mon affection.*

A MES FRÈRES

AU MÉDECIN-CAPITAINE PRAT

En témoignage d'amitié.

A MES AMIS

A mes Maîtres dans les Hôpitaux:

M. LE PROFESSEUR CAMELOT,

Doyen de la Faculté libre de Médecine de Lille

Qu'il trouve ici l'expression de ma reconnaissance pour son dévouement et son amabilité.

A M. LE PROFESSEUR LANGERON.

A M. LE PROFESSEUR LEPOUTRE

A M. LE PROFESSEUR RIEUX

A tous mes Maîtres

A M. LE PROFESSEUR COURTY

Professeur d'Anatomie chirurgicale à la Faculté libre de Lille
Chirurgien de l'Hôpital Saint-Philibert.
Chevalier de la Légion d'honneur.
Croix de Guerre.

*Nous remercions ce Maître d'avoir
bien voulu nous inspirer ce sujet de thèse
et nous le prions de trouver ici l'ex-
pression de notre vive reconnaissance
pour l'enseignement chirurgical si bril-
lant qu'il nous a donné.*

A mon Président de Thèse,

M. LE DOCTEUR G. MICHEL

Professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté de Nancy.
Chevalier de la Légion d'honneur.

*Qui nous a fait le grand honneur d'ac-
cepter la présidence de cette thèse.*

*Qu'il veuille bien croire à nos senti-
ments respectueusement reconnaissants*

AUX MEMBRES DE MON JURY

INTRODUCTION

Le premier et principal rôle du médecin est de calmer la douleur, et la médecine naquit du sein même des nombreuses infirmités humaines, et elle fut par conséquent une des premières et des plus utiles conquêtes de l'esprit.

L'anesthésie fut pratiquée de tous temps et connut des vicissitudes fort nombreuses et on fit usage de substances et de procédés fort nombreux, empiriques et plus ou moins efficaces. L'anesthésie connut des fortunes diverses et de très nombreux procédés d'anesthésie connurent la vogue. Les procédés d'anesthésie furent fort nombreux, ce qui donne à penser qu'aucun d'eux ne remplissait les conditions parfaites et n'avait toute les qualités voulues. Les conquêtes de la chirurgie moderne sont innombrables et sa technique s'est perfectionnée de jour en jour en s'acheminant progressivement vers un stade proche de la perfection.

La chirurgie étend tous les jours ses domaines et ses exigences techniques; en effet les progrès de la neurochirurgie, de la chirurgie pulmonaire ou orthopédique ne sont-ils pas tout récents et fort nombreux ?

Mais la chirurgie elle-même avait devancé de beaucoup l'anesthésie, laquelle ne s'était pas perfectionnée parallèlement aux très nombreux progrès de la technique chirurgicale moderne.

Cependant, la question de l'anesthésie est loin d'avoir une importance secondaire et du choix de l'anesthésie peut dépendre le succès ou l'échec d'un cas difficile.

En effet, la bonne marche d'une intervention chirurgicale, de même que la tranquillité des suites opératoires dépendent pour une grande part de la qualité de l'anesthésie employée au cours de l'opération. C'est pourquoi on peut juger que la question de l'anesthésie est d'une importance primordiale.

Une bonne anesthésie doit faciliter la tâche du chirurgien en lui permettant d'avoir l'esprit moins préoccupé par les incidents possibles au cours de l'intervention en lui permettant de réduire la durée de l'opération, et améliorant par conséquent considérablement les conditions opératoires. De plus, elle doit mettre le patient dans les meilleures conditions voulues pour supporter, en réduisant au minimum, les désagréments et inconvénients de l'intervention.

Elle doit laisser le patient dans le meilleur état psychique et physique pour l'intervention. L'anesthésie parfaite, comme l'a écrit MONOD doit répondre à certaines conditions:

- 1° Elle doit être simple et d'une technique facile;
- 2° Elle doit être suffisante sans toutefois être toxique;
- 3° Elle doit faciliter au maximum la tâche du chirurgien;
- 4° Elle doit réduire au minimum pour le patient, les désagréments d'une opération et ménager son état physique et psychique.

Il nous suffira de réfléchir au nombre fort considérable des procédés de narcose et de constater la grande variété des substances anesthésiques et des techniques pour que nous puissions être convaincus que nous ne possédons pas encore, malgré les progrès récents, une méthode idéale, s'adaptant indifféremment à tous les cas.

Certes, parmi tous les procédés qui s'offrent à son choix, le chirurgien sait se montrer éclectique et il n'emploiera pas pour des cas différents l'un ou l'autre des procédés: l'anesthésie par inhalation, la rachianesthésie ou encore l'anesthésie locale. Cet éclectisme dans le choix de l'anesthésie se justifie par le fait que pas une des méthodes actuelles d'anesthésie n'est exempte de reproches et ne réunit les quatre qualités fondamentales qu'exige une bonne anesthésie.

Cette diversité de procédés de narcose ne serait qu'un avantage, si à chaque cas particulier, bien déterminé, s'appliquait un procédé d'anesthésie parfait, à condition d'être bien choisi et bien administré.

Malgré les défauts inhérents à chaque méthode d'anesthésie, l'anesthésie vaut ce que vaut l'anesthésiste, « un bon pilote arrivant toujours au port, même avec un mauvais bateau » (MONOD).

Mais si nous passons en revue quelques procédés d'anesthésie; nous pourrions nous rendre compte qu'aucun ne réunit les quatre qualités fondamentales requises.

L'anesthésie loco-régionale avec la cocaïne, la stovaine, la novocaïne, delcaïne et ses succédanés: percaïne, pantocaïne, est, de loin la moins toxique, mais elle n'est

pas agréable au patient, elle entrave la besogne du chirurgien et de plus elle n'est possible que dans un nombre assez restreint d'interventions.

Cependant, elle est utilisée de plus en plus dans la chirurgie générale, spécialement chez les pulmonaires et les gastriques, qui sont plus spécialement exposés aux dangers des anesthésies par inhalation. On peut ainsi faire de larges plorocoplastes chez les tuberculeux asthéniques, des gastrectomies difficiles pendant plus de deux heures, ou même extirper d'une façon assez large, avec la jugulaire interne, des adénopathies cancéreuses cervicales.

L'anesthésie rachidienne est idéale, évidemment pour l'opérateur, mais elle l'est beaucoup moins pour l'opéré lui-même. De plus, il faut pour qu'elle puisse être employée, que l'intervention se limite à l'étage inférieur de l'abdomen.

Ce mode d'anesthésie a fait de grands progrès avec l'utilisation des produits nouveaux comme la delcaïne, percaïne et pantocaïne. Ce procédé donne une anesthésie plongée et un relâchement musculaire complet.

Mais elle est dangereuse, quoique peu nocive pour le foie, les poumons ou les reins, car elle provoque une chute de la tension artérielle, avec pouls rapide et petit pouvant aboutir à la syncope grave.

Quant aux anesthésies par lavement, elles sont de loin, les moins désagréables.

L'avertine ou tribomoetanol est utilisée depuis 1927, elle présente de puissantes propriétés hypnotiques et est employée avantageusement pour tous les malades qui ont intérêt à être soustraits au choc psychique de l'a-

nesthésie, comme les nerveux, les cardiaques ou les enfants ou encore pour les vieillards, obèses, les malades fatigués, les gastriques, les pulmonaires, pour lesquels l'action prolongée des anesthésiques volatils introduits par inhalation est dangereuse.

Evidemment cette anesthésie par lavement est une méthode agréable qui ménage le psychisme de l'opéré et qui laisse, après l'intervention une anesthésie rétrograde très appréciable. De plus, l'avertine procure le sommeil d'une façon très agréable et le réveil n'est suivi d'aucun malaise, ni nausées, ni vomissements.

Mais l'anesthésie à l'avertine, malgré ces nombreux avantages, a quelques inconvénients. Elle est dangereuse à manier, car elle offre l'inconvénient de toutes les anesthésies massives. La dose injectée n'est pas modifiable et de plus les effets en sont parfois inconstants.

Les anesthésies par inhalation, et en particulier par inhalation d'éther avec le masque d'OMBREDANNE, rallient encore, à l'heure actuelle, la majorité des suffrages des chirurgiens. Cette anesthésie à l'éther est encore la reine indétrônée de la narcose.

Mais cette anesthésie expose l'opéré à des complications pulmonaires redoutables: bronchite, pneumonie, broncho-pneumonie par suite de refroidissement ou bien par infection des voies respiratoires dues aux vomissements et à la déglutition consécutive des parcelles alimentaires ou à la présence de pneumocoques dans le pharynx.

De plus le début de la narcose et le réveil sont pénibles pour l'opéré. Ce procédé n'est pas à recommander pour les personnes âgées, ni pour la chirurgie pul-

monaire ou la chirurgie gastrique; et cette méthode est dangereuse pour les opérations prolongées: comme dans la chirurgie du cancer ou de l'appareil locomoteur.

Actuellement, on a tendance à employer de préférence les mélanges anesthésiques comme le balsoforme ou le mélange de SCHLEICH qui présentent certains avantages. L'action désintoxicante ou additive de certains de ces mélanges (renforcement de la puissance narcotique et de l'étendue narcotique) a été démontrée par LENDLE (1929).

Le chlorure d'éthyle, lui, possède certains avantages: il donne une anesthésie rapide et un réveil agréable sans accidents. La toxicité du chlorure d'éthyle sur le foie et le rein est faible, mais les risques de syncope sont plus nombreux qu'avec les autres anesthésiques; et de plus ce procédé de narcose ne convient qu'aux opérations de faible durée.

L'anesthésie au protoxyde d'azote est fort délicate et requiert un anesthésiste très expérimenté. De plus elle est dangereuse et ne donne pas un silence abdominal suffisant, comme le kélène, d'ailleurs. Cependant cette narcose est employée actuellement comme anesthésie de complément, en association avec un anesthésique de base (DESMARETS, GROS, DOMANIG). Le protoxyde d'azote intervient dans ce cas à titre complémentaire comme anesthésique de renfort en association avec le somnifène (BÉRARD), le soneryl (DESPLAS), le numal, le pernocton ou l'avertine (DESMARETS). Cette méthode d'anesthésique de base et anesthésique de renfort est fort intéressante; et l'avenir lui réserve un emploi plus fréquent qu'actuellement.

Après avoir passé en revue toutes ces méthodes d'anesthésie, on en voit les avantages d'une part et aussi les imperfections et les inconvénients qui sont encore nombreux.

Cependant il y a entre ces différents anesthésiques des différences de toxicité considérables; et certains sont à ce point de vue nettement supérieurs à d'autres: le chloroforme par exemple est certainement de tous les anesthésiques volatils le plus dangereux, celui qui possède la toxicité la plus élevée car il lèse le foie et le rein dans toutes leurs fonctions. Il est également celui qui demande le plus de temps à être éliminé, et a la capacité d'imprégnation sur le bulbe, la plus intense.

Chaque anesthésie quel que soit le procédé, étant une intoxication, il importe donc de chercher à lui opposer des médications correctives ayant pour objectif, pour un effet anesthésique équivalent, de réduire au minimum la durée ou le degré de l'intoxication anesthésique, ou de combattre l'action dépressive que tous les narcotiques, sans en excepter les anesthésiques locaux, sont susceptibles de déclencher sur la respiration et l'appareil cardio-vasculaire.

On peut arriver à des résultats satisfaisants en améliorant chacune de ces techniques dans la mesure où cela est possible; et comme l'anesthésie idéale n'existe pas encore, ce sera l'intervention qui déterminera le choix de l'anesthésique.

On a beaucoup amélioré, ces temps derniers, la rachianesthésie en employant la méthode de PITKIN, chirurgien physiologiste de Teaneck (New-Jersey). Il a apporté un perfectionnement considérable à la rachianes-

thésie par sa méthode de rachianesthésie contrôlable, c'est-à-dire réglable comme hauteur d'imprégnation.

L'emploi de solutions hypobares ou hyperbares permet de localiser l'anesthésie: on a pu obtenir ainsi des héli-anesthésies: anesthésie d'une seule jambe (PITKIN) ou unilatérale pour une intervention rénale (TOUVIER DE RONS).

De plus en employant certains correctifs pour combattre les effets hypotensifs de la rachianesthésie comme l'association éphédrine-caféine ou éphédrine-adrénaline (BERNARD DESFLOS), la rachianesthésie est devenue une méthode à la fois moins dangereuse et plus précise.

De même pour remédier aux deux grands dangers de l'anesthésie qui sont la syncope cardiaque laryngo-réflexe décrite par DURET sous le nom de syncope blanche et à la syncope respiratoire ou syncope bleue, on oppose actuellement des traitements plus efficaces, et aussi on possède des correctifs plus sûrs.

De plus, une donnée nouvelle dans le problème de l'anesthésie est celle de la susceptibilité individuelle du sujet à l'égard des substances anesthésiques.

Ce facteur individuel est indépendant de tous les calculs (poids, âge, taille, etc...) mais réside dans l'aptitude plus ou moins grande de s'endormir qu'offre chaque individu. Cette aptitude est en rapport avec l'équilibre neuro-végétatif du sujet.

C'est en effet ce qui résulte des expériences de COILIN, SANTENOISE et GARRELON et des essais cliniques faits sur des malades par le professeur CLAUDE et le Docteur PASCALIS.

Ils ont pris comme moyen d'appréciation du tonus

vago-sympathique le réflexe oculo-cardiaque et sont arrivés à des conclusions fort intéressantes.

Les sujets fortement vagotoniques à réflexe oculo-cardiaque très marqué avec ralentissement du pouls auraient une réceptivité augmentée. Le sommeil serait plus facile et par conséquent la dose d'anesthésique nécessaire serait moins forte. D'autre part, l'atropine serait indiquée.

Les autres sujets à réflexe oculo-cardiaque faible, nul ou inverse dont le pouls est peu ralenti ou même accéléré sont des sujets à résistance accrue et sont en général réfractaires à l'anesthésie générale.

Chez ces hypo-vagotoniques l'injection de 1/2 milligramme, par la voie sous-cutanée, d'ésérine, ferait cesser la résistance à l'anesthésie et procurerait un sommeil régulier.

Le réflexe oculo-cardiaque est donc le meilleur test pour apprécier le dosage de l'anesthésie.

Cette méthode est applicable à toutes les anesthésies locales, générales ou rachidiennes; mais elle présente évidemment le maximum d'avantages dans les anesthésies non gouvernables à doses fixes comme dans les anesthésies par lavement à l'avertine ou encore dans les anesthésies au pernoctin par voie intraveineuse ou dans les anesthésies rachidiennes (GARRELON-GIORDAN).

D'autres auteurs comme SEBRECHTS, le grand expert en rachianesthésie (plus de 31.000 anesthésies en 1932), prennent comme test l'état du pouls et la réaction à une injection préalable de sédol : si le sujet devient somnolent avec un pouls ralenti, il est rachi sensible,

donc dose réduite de percaïne et injection d'éphédrine (médication sympathicotonique).

Si le sédol ne fait pas d'effet, pas de somnolence, pouls normal ou accéléré, on a devant soi un sujet raché résistant. Donc, on augmentera quelque peu la dose de percaïne et on pourrait également donner de l'ésérine à ce sujet.

On voit par là le rôle important que joue le sympathique dans l'anesthésie, et l'intérêt qu'il y a à en tenir compte dans la pratique de l'anesthésie.

On sait également l'influence de l'état physico-chimique du sang, et une action certaine pour modifier l'action des poisons spécifiques des deux systèmes orthosympathiques et parasympathiques. TIFFENEAU a démontré l'influence de l'équilibre acido-basique et de la réserve alcaline, qui dans la pratique pourrait être mise à profit pour faciliter l'anesthésie: en diminuant les réserves alcalines par l'administration d'acide, soit pour la suspendre en augmentant la réserve par l'administration d'alcalins. Ce sont des recherches qui promettent des résultats fort intéressants pour l'avenir.

C'est d'ailleurs une des raisons pour laquelle le gaz carbonique facilite l'anesthésie en modifiant l'équilibre et la réserve alcaline, en augmentant la charge des albumines en HCl.

Contre les syncopes cardiaques on emploie l'injection intracardiaque d'adrénaline, le massage direct du cœur, qui représente le traitement héroïque des syncopes anesthésiques graves avec arrêt de la circulation. On peut employer également l'éphédrine seule, ou associée avec l'adrénaline comme dans l'adréphédrine (1/4 de mg.

d'adrénaline et 2 cg. d'éphédrine par cmc.). De même l'adjonction de la caféine à l'éphédrine est recommandable. Cette association est réalisée sous le nom d'éphédraphéine.

Contre les syncopes respiratoires, nous sommes actuellement mieux armés qu'autrefois et nous possédons des moyens de prévenir ces syncopes par l'emploi d'un correctif de l'anesthésie: c'est l'anhydride carbonique, qui est le véritable régulateur de la respiration, « l'hormone », suivant l'expression de BAYLISS et STARLING, qui règle la concentration dans le sang circulant, la fonction respiratoire.

Nous pouvons donc conclure de tout ceci qu'il n'y a certes pas d'anesthésique idéal, mais qu'il y a deux grandes tendances actuelles de l'anesthésie.

Le principe de l'anesthésique de base est bien établi et Robert MONOD dit: « Ne plus avoir à se presser est un si grand avantage, qu'il n'est pas un chirurgien qui, après en avoir bénéficié, consentirait à se passer des avantages offerts par l'anesthésique de base. »

L'anesthésique de base est complété par un anesthésique de renfort ou de complément, qui sera un anesthésique volatil éther, protoxyde d'azote, chlorure d'éthyle, schleich ou balsoforne. Cette méthode permettra au chirurgien de ne plus avoir, en opérant, le souci de l'anesthésie. Quant aux correctifs de l'anesthésie, ils sont indispensables pour remédier aux inconvénients de l'intoxication, qui est en réalité l'anesthésie; et surtout pour combattre son action dépressive sur l'appareil cardiovasculaire.

Le recours à ces adjuvants de l'anesthésie est parfait.

tement rationnel et apporte de grands perfectionnements à la marche de l'anesthésie.

Parmi ces correctifs le plus connu à l'heure actuelle et le principal adjuvant, d'après YANDELL HENDERSON, le promoteur de la méthode, c'est le gaz carbonique, qui accroît la ventilation pulmonaire par action sur les centres bulbaires. Il contrebalance ainsi l'action déprimante des anesthésiques et la série d'à-coups et de perturbation de la respiration.

Nous nous proposons d'étudier, dans ce travail les résultats extrêmement intéressants obtenus par l'emploi, au cours de l'anesthésie générale par inhalation d'éther et de schleich, d'anhydride carbonique soit pur, soit avec le mélange d'oxygène connu sous le nom de carbogène.

Cette méthode, utilisée en France depuis quelques années, est mieux connue à l'heure actuelle et ses résultats sont fort intéressants, à ce point que AMBARD et SCHMID disaient: « Ce qu'un chirurgien doit avoir en cas de syncope respiratoire, ce n'est pas de l'oxygène, mais de l'acide carbonique. »

HISTORIQUE

Le promoteur de la méthode de l'emploi du gaz carbonique dans l'anesthésie est YANDELL HENDERSON de Yale; et dès 1906, il eut l'idée de son utilisation. Il n'a cessé depuis ce temps d'en perfectionner l'emploi, et c'est grâce à ses remarquables travaux que la « Méthode HENDERSON » s'est peu à peu répandue dans les milieux chirurgicaux. C'est lui qui a prôné l'emploi de ce gaz pour prévenir les accidents anesthésiques, après avoir étudié la physiologie de la respiration et la pharmacodynamie de l'anhydride carbonique.

On sait à présent employer ce gaz comme animateur, et régulateur normal et spécifique des centres respiratoires. Il est le correcteur efficace des perturbations respiratoires liées à la narcose. Tel est le résultat pratique auquel les recherches de YANDELL HENDERSON ont permis d'aboutir.

MOUZON a écrit: « Par sa campagne ardente et inlassable, il a réussi à imposer aux Etats-Unis d'abord, puis à l'étranger, sa foi dans son efficacité héroïque et son importance sociale ». Cependant le rôle fondamental du CO_2 dans la fonction respiratoire n'avait pas échappé aux physiologistes comme PRIESLEY, REGNAULT et REISET, GAD, FREDERICQ.

HICKMANN en 1844 avait pensé que le gaz carbonique possédait des propriétés anesthésiques propres, et

il avait essayé de l'utiliser pour provoquer la narcose, en l'introduisant dans le poumon « d'une manière raisonnable et méthodique ».

Plus tard, BAILLEUX avait remarqué que l'organisme absorbait plus facilement l'oxygène lorsque celui-ci contenait un peu d'anhydride carbonique.

MOSSO, en Italie, HALDANE en Angleterre avaient démontré l'influence du gaz carbonique comme agent tonique des centres bulbaires sans négliger le rôle de l'O², admirablement étudié par Paul BERT et plus récemment par Von SCHROTTER. Ils avaient établi que la véritable hormone des fonctions respiratoires était en réalité le CO² qui par sa concentration dans le sérum règle la respiration.

MOSSO avait démontré que l'augmentation de CO² dans le sang (hypercapnie) avait pour effet d'augmenter la fréquence et l'amplitude des mouvements respiratoires. D'autre part l'appauvrissement et la diminution d'amplitude des mouvements respiratoires.

Depuis les travaux de Paul BERT la marche de l'anesthésie par inhalation de substances volatiles était réglée sur le titrage des mélanges gazeux et l'équilibre qui s'établit entre les tensions gazeuses du sang et du mélange anesthésique.

Ces données dirigèrent les travaux les inventeurs d'appareils permettant le mélange d'air et d'anesthésique volatil.

Or en 1906, les expériences de TISSOT, rejetant la théorie de Paul BERT et DASTRE, sur le rôle des tensions partielles, avaient démontré que l'effet d'un mélange titre anesthésique dépend au moins autant de

l'intensité de la ventilation pulmonaire que du titre du mélange.

C'est la ventilation pulmonaire qui règle la vitesse de pénétration de l'anesthésique dans le sang, il en résulte que tout sujet dont la respiration est suractivée, absorbera une plus grande quantité d'anesthésique et dormira plus vite, pour une même concentration d'anesthésique. Ces résultats ont été confirmés par DECKERS et MAGOS, de l'Ecole de Louvain.

Ettore LEVI, à Florence, étudia les avantages de cette méthode, et ce fut MARCHETTI, dès 1910 qui semble avoir été le premier à appliquer et à utiliser les avantages du gaz carbonique. Il traita ainsi quelques cas asphyxiques, notamment un pendu, où il nota que l'inhalation d'oxygène pur n'avait donné aucun résultat.

Il eut dans ce cas un succès particulièrement brillant, car la respiration artificielle, les médications hypodermiques courantes et les inhalations d'oxygène n'avaient pas été capables de rappeler ce pendu à la vie. Il put constater les avantages de cette méthode dans plusieurs centaines de cas d'états asphyxiques au cours d'anesthésie générale. Il employait un mélange d'oxygène et de gaz carbonique dont la concentration en gaz carbonique variait de 5 à 20 %.

Deux ans plus tard, en 1912, COTTON, de Boston, communiquait quelques essais effectués sur des opérés menacés d'asphyxie au cours de la narcose; et dans deux cas sur huit, le gaz carbonique lui avait donné des résultats tout à fait satisfaisants.

Mais c'est en 1920, que parurent les travaux de YAN-

DELL HENDERSON, de YALE, et de ses collaborateurs, parmi lesquels il nous faut citer surtout HOWARD HAGGARD et Raymond COPBURN.

C'est donc YANDELL HENDERSON qui eut le mérite d'avoir posé les fondements physiologiques de la méthode, et d'en avoir réglé, dans la pratique, la technique et les principales indications.

Dès 1910, YANDELL HENDERSON et M. M. SCARBOROUGH ont entrevu le rôle de « l'acapnie » ou diminution de concentration du CO_2 dans le sang, dans les accidents asphyxiques, survenant au cours de l'anesthésie générale par inhalation; et ils en ont rapproché les bons résultats obtenus par la méthode du « rebreathing ».

En 1920, Y. HENDERSON, HAGGARD et COPBURN rapportent les premiers essais d'inhalation de gaz carbonique, effectués au cours de 70 anesthésies générales et en constatent les bons effets.

Ils se servirent de CO_2 en inhalations; puis bientôt du mélange de CO_2 plus O_2 , connu sous le nom de carbogène.

Ces bons résultats se trouvent confirmés par WHITE en 1923; et en 1925 S. S. LUNDY, de la clinique Mayo, à Rochester, publiait 1.350 observations d'anesthésie générale au cours desquelles il avait été administré du gaz carbonique à une concentration ne dépassant pas 5 %. Il faisait en outre remarquer la facilité et la rapidité de l'anesthésie obtenue par ce procédé.

Tous ces auteurs ont montré l'action excito-respiratoire du gaz carbonique, véritable hormone de la fonction respiratoire. Grâce à ce procédé, la ventilation du

sujet adulte, au repos complet et couché, du chiffre normal de 6 à 8 litres pouvait atteindre 35 litres et même 70 litres par minute. Par suite l'éther, employé comme anesthésique est chassé presque en totalité du torrent circulatoire.

D'ailleurs cette méthode était déjà employée avec l'anesthésie au masque d'OMBREDANNE ou méthode du « rebreathing », dans laquelle l'opéré réabsorbait, par la voie pulmonaire, l'acide carbonique qu'il avait exhalé auparavant.

On employait également ce procédé, quoique empiriquement dans l'asphyxie par apnée du nouveau né : l'insufflation directe dans les poumons de l'enfant de l'air expiré, riche en CO_2 , du médecin ou de la sage-femme.

YANDELL HENDERSON avait noté l'influence du CO_2 sur la fréquence et l'amplitude de la respiration, mais aussi son action manifeste sur la circulation.

« Sur la circulation, l'influence du CO_2 est aussi importante que celle qu'il exerce comme stimulant du centre respiratoire. Cette influence est particulièrement marquée sur la circulation du sang veineux et son retour aux cavités droites. » Le CO_2 augmentant dans le sang, active la circulation pulmonaire, ce phénomène s'accompagne d'hypertension et de tachycardie.

D'autres auteurs appliquèrent ensuite la même méthode et s'en déclarèrent également satisfaits: REINAM, BLOOM, HUNTER et CHURCHILL, LORENZ et DOPPLER à Vienne, ont contribué, parallèlement à HENDERSON aux Etats-Unis, à vulgariser l'emploi de l'anhydride carbonique au cours de l'anesthésie générale,

Nous pouvons citer également A. MEYER, DZIALOSZYNSKI et E. FISCHER en Allemagne, H. DAVIES et MACKENZIE en Angleterre, PROTOPOPOFF en Russie.

En France, l'emploi du CO^2 dans l'anesthésie générale est de date plus récente.

En janvier 1929, MOUZON a donné un aperçu des différents travaux relatifs à l'emploi du gaz carbonique comme stimulant et régulateur de la fonction respiratoire.

Il notait particulièrement que le CO^2 n'était pas une substance nuisible ou même inutile pour l'organisme, à des doses convenables; et il insistait sur son action physiologique, le comparant à une véritable hormone respiratoire, et il disait: « Les travaux des physiologistes modernes ont montré qu'il n'est en réalité guère moins nécessaire à la vie que l'oxygène lui-même. »

COT a montré la très grande utilité de l'emploi du CO^2 dans le traitement d'urgence des asphyxies accidentelles, et en particulier dans les intoxications par l'oxyde de carbone. C'est COT qui a mené une vive campagne pour faire connaître les nombreux avantages de cette méthode.

MONOD a montré tous les avantages que présentait cette méthode par son emploi à la salle d'opération.

Quelques chirurgiens allemands, puis DESMARETS, MONOD, TALHEIMER ont utilisé le CO^2 comme correcteur du centre respiratoire, dans l'anesthésie à l'aver-tine, qui s'accompagnait souvent de cyanose, et parfois aussi de troubles respiratoires d'origine bulbaire.

Les résultats satisfaisants obtenus dans les traitements des complications respiratoires, dans l'anesthésie à l'a-

vertine, engageaient à étendre à l'anesthésie une thérapeutique si utile. Mais ces travaux restaient du domaine scientifique malgré les conseils que donnaient AMBARD et SCHMID dans leur travail sur la réserve alcaline.

En janvier 1931, MAYER, à l'Académie de Médecine, a rappelé que le gaz carbonique, en excitant le bulbe, accélère la respiration et détermine ainsi indirectement une augmentation apparente des échanges. En réalité, le gaz carbonique diminue les échanges tissulaires, du moins chez les animaux bien nourris, mais non chez ceux en état de jeûne.

Dans l'obtention de l'anesthésie par certaines substances, le protoxyle d'azote en particulier l'intoxication par le CO^2 en excès entre certainement en ligne de compte.

En mai 1931, MONOD recommandait l'emploi du CO^2 pour toutes les anesthésies au cours d'un acte chirurgical.

Le Professeur GOSSET en rapportait les premières communications à la Société Nationale de Chirurgie et y attachait une valeur d'autant plus grande, qu'il avait employé pour les malades qu'il opérait, un certain nombre de ces anesthésies.

Depuis le mois de mai 1930, le Professeur GAUDIER, de Lille, employait, de son côté, une adjonction d'un mélange titré oxygène-anhydride carbonique à l'éther. Il fit le 9 décembre 1931, à la Société Nationale de Chirurgie sa première communication sur ce procédé et il écrivait :

« Depuis son emploi (il s'agit du mélange d'oxygène et de gaz carbonique à 5 %) dans mon service, je n'ai plus connu de complications pulmonaires post-opéra-

toires et en cas d'alerte anesthésique, on pare très vite au danger. »

En mars 1932, Monod, dans son rapport au Congrès International de Chirurgie, insistait à nouveau sur l'utilité d'adjoindre le CO^2 à toutes les anesthésies, et sur l'intérêt qu'il y avait à utiliser dans les services de chirurgie l'usage d'appareils portatifs, générateurs d'acide carbonique.

En juin 1932, le Professeur GOSSET présentait, à la Société de Chirurgie, un rapport sur les résultats de FRUCHAUD, obtenus avec la méthode de DOPPLER et sur le dispositif de TALHEIMER permettant d'adapter un robinet à l'appareil d'OMBREDANNE; de cette façon le gaz carbonique contenu dans un sparkilett entrainé dans l'appareil. Le grand mérite de TALHEIMER est d'avoir imaginé un appareil portatif extrêmement simple, peu coûteux et d'un volume minime. Ce dispositif a été modifié par DESPLAS, ce qui permet au CO^2 d'arriver directement dans le masque.

Depuis lors, l'emploi du CO^2 au cours de l'anesthésie s'est généralisé, et LAMBRET pouvait dire que l'administration de carbogène jouait le rôle d'une « pince à langue à demeure ».

« Si la respiration devient difficile, un seul geste, ouverture du robinet de CO^2 et celle-ci redevient normale. De plus, elle facilite considérablement les suites opératoires. »

En résumé, l'administration de CO^2 , au cours des anesthésies générales, est une méthode qui ne comporte que des avantages et qui permet de donner une sécurité plus grande à l'anesthésie.

De plus, l'administration de CO^2 a encore fait des progrès considérables, et aujourd'hui la grande majorité des chirurgiens profite de ses avantages. Mais plus son emploi se généralise et plus les techniques et les appareils deviennent nombreux. Actuellement, deux grandes tendances se manifestent ou bien on emploie l'acide carbonique pur ou bien on peut utiliser un mélange d'oxygène et d'anhydride carbonique à un taux de 5 % et connu sous le nom de carbogène. On verra d'autre part les avantages et les inconvénients de ces deux méthodes.

CHAPITRE PREMIER

ACTION PHYSIOLOGIQUE DU GAZ CARBONIQUE

L'anhydride carbonique est un gaz incolore, de plus grande densité que l'air, de saveur légèrement acide et d'odeur piquante, n'entretenant pas la combustion; grâce à la liquéfaction, il est très facile de s'en procurer industriellement. Le commerce livre une capsule métallique contenant de l'acide carbonique liquéfié, dont on se sert couramment pour la fabrication instantanée de boissons gazeuses, en particulier pour l'eau de Selz.

Le phénomène de la détente solidifie l'acide carbonique. Il se transforme alors en neige carbonique d'utilisation fréquente en dermatologie.

L'acide carbonique est produit continuellement par la combustion des tissus et il existe dans la nature à l'état libre ou combiné. Dans l'atmosphère, on le trouve dans la proportion de quatre dix-millièmes, proportion un peu plus forte dans les villes et les centres industriels.

Dans l'eau des rivières et de la mer, on le trouve à la fois à l'état libre, en simple dissolution, et à l'état combiné. Il transforme les carbonates en bicarbonates. Les eaux gazeuses et carbonates en contiennent de grandes proportions.

Le CO^2 existe à l'état libre dans la plupart des liquides organiques. Le métabolisme des protides, des lipides et surtout des glucides en produit d'une façon continue, au niveau des différents tissus, le sang, le véhicule dans le système veineux et dans les capillaires des poumons, où il est alors rejeté au dehors par la respiration. La peau et les muqueuses en éliminent aussi, mais en faible proportion.

D'après différents dosages on peut dire que l'air expiré en contient environ 4,3 %, le sang veineux 46 à 56 %, le sang artériel 30 à 40 %. Ces chiffres subissent des variations sensibles avec l'état de repos ou de fatigue de l'individu.

De plus le CO^2 se trouve en faible quantité à l'état libre dans l'organisme, tout au plus 1 cc. 5 dans le sang artériel et 3 cc. dans le sang veineux. Il forme avec l'hémoglobine des hématies, qu'il transforme en carboxyhémoglobine, des combinaisons peu stables et facilement dissociables, il en est de même avec la globuline. Seule peut être la combinaison avec les alcalis serait assez stables. Toutefois l'oxyhémoglobine la décomposerait assez rapidement.

Les physiologistes ont montré depuis longtemps l'utilité vitale du CO^2 et ses fonctions diverses, principalement son action excito-respiratoire.

MOSSO en Italie, HALDANE en Angleterre, MEISCHER en Suisse, HENDERSON aux Etats-Unis, ont mis en évidence le rôle excitateur du gaz carbonique, sur le centre respiratoire bulbaire; et sans nier le rôle de l' O^2 si bien étudié par P. BERT et récemment par von SHRETER, il est établi que le véritable régulateur de la respi-

ration, « l'hormone » suivant l'expression de BAYLISS et STERLING, qui réglemeute par sa concentration dans le sang circulant, la fonction respiratoire était en réalité l'acide carbonique.

Il est actuellement démontré, écrit MOUZON, que le CO^2 , excitant physiologique du centre respiratoire bulbaire commande à la fois l'adaptation des mouvements respiratoires aux besoins d'oxygène de l'organisme et la régulation de l'équilibre acido-basique des humeurs.

Dès que le gaz carbonique s'accumule dans le sang par une déficience des mouvements respiratoires, il excite le centre bulbaire, accélérant ainsi le rythme respiratoire et le volume des échanges, d'où résultent l'absorption d'une plus grande quantité de CO^2 . Or l'influence excitante de l'accumulation de CO^2 réalisant le sang asphyxique, n'est que l'exagération des excitations normales que les variations de composition du sang exerçant sur le centre, qui du bulbe, commande aux muscles inspiratoires (théorie humorale).

Cette stimulation des centres respiratoires par le CO^2 en excès (hypercapnie) a pour conséquence d'augmenter l'amplitude des mouvements respiratoires. Sans son influence la quantité d'air qui passe dans les poumons peut s'élever de 5 à 6 litres par minute, jusqu'à 50 et même davantage.

On a émis diverses hypothèses au sujet du mécanisme intime de cette action, mais la plus vraisemblable est la suivante.

Le CO^2 du sang, augmentant l'acidité du sérum donc augmentant le nombre des ions H, fait baisser le pH sanguin, créant ainsi une acidose gazeuse. Or l'acidité

du sérum excite le centre respiratoire et c'est à cette hyperacidité que serait dûe l'exagération d'amplitude et de fréquence des mouvements respiratoires.

Ce mécanisme peut aussi être invoqué pour expliquer les profondes inspirations du rythme de KUSMAUL au cours du coma diabétique. L'équilibre acidobasique se trouve dans ce cas, compromis par la présence anormale d'acides organiques dans les humeurs.

Cette hyperacidité excite le centre bulbaire qui traduit cette excitation par la respiration de KUSMAUL.

A l'appui de cette hypothèse, citons l'hyperpnée survenant après un effort musculaire important et prolongé et ayant par conséquent déterminé une exagération des combustions organiques. Donc un excès de CO_2 dans le sang. L'augmentation des ions H entraînerait une rupture de l'équilibre acido-basique des humeurs, si des respirations rapides et profondes ne permettaient d'augmenter les combustions organiques et de rétablir ainsi l'équilibre un instant compromis.

D'autres auteurs, comme AMBARD et SCHMID, prennent comme témoin de l'activité des centres respiratoires non plus l'équilibre acido-basique du sang, mais un état physico-chimique des centres respiratoires en rapport avec la charge plus ou moins élevée des albumines des centres nerveux en HCl dont la mesure serait donnée par les mouvements du rapport $\frac{\text{CL globulaire}}{\text{CL plasmatique}}$

Divers auteurs ont objecté que cette augmentation de l'acidose pourrait être dangereuse chez des opérés. A cette objection, HENDERSON a répondu que l'acidose ainsi créée était compensée par la réserve alcaline du

sang bien avant de devenir dangereuse et que l'acidose post-opératoire n'était due qu'à un dysfonctionnement hépatique, se traduisant par un trouble du métabolisme des glucides et des lipides (RAAB). Cette complication n'aurait donc aucun rapport avec l'inhalation de gaz carbonique et ne pourrait nullement lui être imputable.

D'ailleurs l'action physiologique du CO^2 sur le centre respiratoire a été très complètement étudiée.

Ces recherches ont montré que l'on obtenait, avec des concentrations faibles de CO^2 (environ 5 %) une augmentation du volume respiratoire.

Le volume respiratoire augmente sous l'influence de l'augmentation dans les cellules du centre respiratoire de la tension du CO^2 . L'acide carbonique à la concentration de 5 à 7 % au lieu de 0,03 %) double ou triple le volume respiratoire de l'animal normal.

Avec des concentrations plus élevées (de 10 à 15 %) environ, on note non seulement l'augmentation du volume respiratoire, mais encore l'augmentation de fréquence des mouvements respiratoires, mais avec des quantités plus importantes encore les effets excitants du gaz carbonique diminuent et peuvent arriver à déterminer des arrêts respiratoires.

Dans un atmosphère contenant du CO^2 à la concentration de 20 à 30 % la mort survient en quelques heures. L'intoxication se manifeste par l'augmentation de l'amplitude des mouvements respiratoires, des phénomènes d'excitation et l'augmentation de la tension artérielle.

Puis, si l'action toxique du gaz continue, on observe les phénomènes inverses: la perte des mouvements vo-

lontaines et des réflexes, la diminution de la tension artérielle, les mouvements respiratoires se font rares et le malade meurt cyanosé et asphyxié. On a prouvé que tous ces phénomènes étaient dus à une action spéciale du CO^2 sur les centres bulbaires respiratoires et vasoconstricteurs.

D'autre part, la concentration optima de CO^2 varie suivant la durée de l'expérience. Plus l'application a été prolongée, plus la concentration de CO^2 nécessaire pour obtenir un effet optimum est faible. Quand le CO^2 a agi pendant longtemps, on n'obtient pas d'amélioration en utilisant une concentration plus élevée. Il résulte donc de ces notions que des doses trop prolongées et trop élevées de CO^2 finissent par ne plus avoir d'effet, mais encore par être non seulement nuisibles et par déterminer des arrêts respiratoires. A ce point de vue, l'opinion de LUNDY est bonne à rappeler « trop de CO^2 est pire que point du tout et l'on doit attacher son attention à ne pas dépasser un taux supérieur à 5 % ».

Au contraire, l'absence ou l'insuffisance de CO^2 dans le mélange gazeux inhalé ou l'appauvrissement du sang en CO^2 , indépendamment de toute acidose, entraîne une diminution de l'excitation du centre respiratoire bulbaire et l'on observe le syndrome suivant: hypopnée, hématose diminuée, oxygénation tissulaire insuffisante, stagnation sanguine, hypotension et diminution du tonus musculaire.

C'est à cet état que MOSSO a donné le nom « d'apnée » et qu'il attribuait les accidents respiratoires (Bradypnée et apnée) du mal des aptitudes et qui est

fort voisin comme aspect chimique du choc traumatique ou opératoire.

On peut donc conclure que le gaz carbonique est l'excitant physiologique du centre respiratoire et qu'il agit par sa concentration dans le sang circulant.

Mais indépendamment de son action sur le centre respiratoire bulbaire, le gaz carbonique possède d'autres propriétés physiologiques intéressantes qui furent étudiées par les auteurs américains.

Il agirait comme tonique général et serait un puissant excitant du tissu et de la motricité musculaires. C'est lui, d'après les auteurs américains, qui serait responsable des spasmes et des mouvements convulsifs et désordonnés de l'asphyxie.

Il aurait également une action tonique sur les muscles lisses, donc sur les artères, les bronches, l'intestin et serait susceptible, d'après FISCHER, de combattre efficacement le ballonnement douloureux de l'abdomen en augmentant le péristaltisme intestinal. Il agit encore efficacement contre le hoquet post-opératoire.

Mais le CO^2 n'a pas seulement une action respiratoire, il agit également sur la circulation qui est une fonction étroitement liée à la respiration. En effet le bloc cardiopulmonaire est fonctionnellement solidaire et il est difficile au cours d'un syncope de faire la part entre les accidents de la circulation et de la respiration. D'autre part le CO^2 en agissant sur la respiration a également par la même une action non négligeable sur la circulation.

Le CO^2 active en effet, la circulation veineuse en premier lieu par son action directe sur le tonus de la

paroi vasculaire, mais aussi par son action indirecte: l'hyperventilation pulmonaire crée une aspiration thoracique considérable.

Le CO^2 active donc la circulation de retour et diminue aussi la stagnation sanguine et périphérique et la cyanose qui en découle.

D'autre part, le CO^2 relève la tension artérielle par un mécanisme encore mal connu d'ailleurs. Cette augmentation de pression pourrait atteindre 4 à 5 centimètres de mercure. Elle s'accompagne fréquemment de tachycardie et cesse dès l'arrêt de l'inhalation de CO^2 .

Il nous faut d'ailleurs remarquer que l'action directe du CO^2 sur les vaisseaux est vaso-dilatatrice, mais la vaso-constriction d'origine centrale, domine l'action vaso-dilatatrice locale périphérique, de telle sorte que le CO^2 vaso-dilatateur local, provoque, par excitation centrale de l'hypertension. Il est de fait que celle-ci baisse régulièrement dans l'acapnie et augmente dans l'hypercapnie.

HENDERSON avait déjà insisté sur l'action du CO^2 sur la circulation, et DAUTREBANDE et NOEL DESCHAMPS ont démontré que cette action était importante.

Mais le mécanisme intime de l'hypertension n'est pas encore bien connu et certains auteurs ont émis différentes théories.

KROCH, GOLDSTEIN et DUBOIS pensent que l'acide agirait en même temps sur le centre vaso-moteur qui est voisin du centre respiratoire sur le vago-sympathique et le système endocrino-sympathique.

JERUSALEM, STARLING et HENDERSON pensent que

l'action du CO^2 sur la circulation serait due à l'action tonifiante directe du gaz sur le myocarde et les parois vasculaires.

Le CO^2 sanguin augmente en effet l'excitabilité cardiaque et en même temps a une certaine action sur le rythme.

MANSFELD avait d'ailleurs observé en 1926 qu'un liquide perfusé sans CO^2 irriguant un cœur de grenouille provoquait des battements lents; mais le rythme redevenait normal si l'on ajoutait du CO^2 liquide.

Noël DESCHAMPS disait: « Le rôle du CO^2 dans le déterminisme de la concentration cardiaque est d'une importance encore insoupçonnée.

La forte tension du CO^2 dans le plasma faciliterait d'après BOHR, HESSELBACH et KROCH, la dissociation de l'oxygène de l'oxyhémoglobine, son passage dans le plasma et son utilisation dans les tissus.

Le CO^2 augmente les échanges organiques d'abord par action cellulaire, comme il résulte des travaux de MAYER, mais surtout par une circulation générale et pulmonaire plus facile et plus active.

Ainsi, comme le dit MOUZON, « l'action favorisante du gaz carbonique se poursuivrait sur la phase ultime de la fonction respiratoire en même temps que son acte initial ».

De plus, par suite de l'hématose plus satisfaisante du relèvement de la tension artérielle du rétablissement du tonus musculaire, le CO^2 a une action antichoc très utile.

Par l'accélération de la circulation plumonaire et de

la circulation de retour qu'il provoque il empêche les thromboses vasculaires.

Ces multiples propriétés, fort intéressantes, assurent au CO² une place de premier plan dans l'arsenal thérapeutique et son emploi tend actuellement à se généraliser au cours de l'anesthésie.

CHAPITRE II

LÈS APPLICATIONS DU GAZ CARBONIQUE EN CHIRURGIE

Les remarquables propriétés biochimiques du CO^2 , animateur physiologique de l'appareil respiratoire et circulatoire, étant beaucoup mieux connues, surtout depuis les travaux d'HENDERSON, il était naturel de l'utiliser comme adjuvant des diverses anesthésies et aussi comme correcteur des perturbations respiratoires si fréquentes au cours de l'anesthésie générale.

Il était logique de chercher à donner, durant l'anesthésie, une dose de CO^2 supérieure à celle normalement contenue dans l'air inspiré. C'est ce but que recherchaient déjà les appareils d'anesthésie en atmosphère confinée, dont l'appareil d'OMBREDANNE est le type, s'opposant aux appareils du genre RICARD où l'air expiré est rejeté au dehors.

Cette méthode de « rebreathing » avait du bon, car il est d'expérience courante que le fait d'enlever un appareil d'OMBREDANNE du visage du malade anesthésié, amène une perturbation du rythme respiratoire et que les meilleures anesthésies sont celles où le masque n'a pas été enlevé durant tout le cours de l'intervention.

A) EMPLOI DU CO^2 AU COURS DE L'ANESTHÉSIE

Pendant l'anesthésie, qu'il s'agisse d'anesthésie par voie respiratoire, rachidienne, rectale ou sous-cutanée, le fait capital est le suivant: il se produit de l'hyperventilation pulmonaire, l'amplitude respiratoire augmente et de débit respiratoire peut passer de 3 à 4 litres à 40 et à 50 litres. C'est de là que découlent tous les autres avantages.

Mais c'est principalement dans l'anesthésie générale par inhalation que le CO^2 est appelé à jouer un rôle de premier plan, et son action est utile aux diverses phases de la narcose.

Au cours de l'anesthésie.

L'administration du gaz carbonique, au début de l'anesthésie, supprime en effet, l'apnée volontaire, cause de retard dans la narcose et LUNDY écrivait : « Par l'administration de gaz carbonique le malade est forcé de respirer en toutes circonstances. » Au début de l'anesthésie, en effet, le malade a souvent tendance à restreindre sa respiration et le centre bulbaire est inhibé par les premières bouffées anesthésiques. Le malade manque d'oxygène, est asphyxié et cependant, faute d'absorption suffisante d'anesthésie, on ne peut l'endormir.

A ce moment, une inhalation de gaz carbonique déclenche aussitôt de profondes inspirations, amples et régulières.

D'autre part, certains malades et en particulier les grands nerveux présentent, dès l'entrée dans la salle

d'opération, sous l'influence de l'émotion assez compréhensible à ce moment, une augmentation notable des mouvements respiratoires. Il en résulte une surventilation, qui provoque une expiration trop répétée de CO^2 , ce qui fait diminuer le taux de CO^2 dans le sang. C'est à ce moment, dès les premières bouffées d'anesthésique, que peut se produire une syncope respiratoire d'origine bulbaire et dans ce cas l'inhalation de CO^2 est très supérieure à la respiration artificielle.

Dans d'autres cas, le CO^2 corrige l'action déprimante de la morphine, qui tend à réduire le volume respiratoire déjà abaissée par l'émotion (après émotive).

Dans ces deux cas, l'anhydride carbonique empêche ou supprime l'apnée, double l'amplitude respiratoire et en conséquence accélère le sommeil.

Le gaz carbonique supprime donc les réflexes inhibiteurs du début, si dangereux, et dus à une absorption irrégulière de l'anesthésique. Aucun accident de ce genre n'a été observé à la clinique MAYO sur 1.350 cas.

Le CO^2 dans l'anesthésie procure un sommeil calme par la suppression de l'agitation et de la période ébrieuse du début. « Il semble que le gaz carbonique, en produisant une respiration profonde, coordonne les réflexes, à tel point que les sujets même très nerveux, ont un sommeil fort calme. »

Le sommeil est rapide, grâce à l'augmentation du débit respiratoire, sous l'influence du CO^2 . Le débit respiratoire normal, de 6 à 8 litres par minute, s'abaisse au cours de l'anesthésie générale à 3 à 4 litres. Mais,

grâce au CO^2 , nous pouvons maintenir un débit respiratoire normal (DAUTREBANDE).

De cette façon, le sommeil est beaucoup plus rapide, la respiration calme, ample et profonde, amenant facilement l'anesthésie au contact du sang alvéolaire.

Cette pratique a, en outre, pour autre avantage de permettre l'emploi d'atmosphères anesthésiques, de concentration beaucoup plus faible, ce qui est fort précieux étant donné les propriétés irritantes de tous les anesthésiques, qui sont plus ou moins toxiques.

La dose d'anesthésie, nécessaire pour obtenir une bonne anesthésie est, d'après LUNDY, diminuée de moitié. Il suffit parfois d'augmenter la dose de CO^2 , sans changer la dose d'anesthésique, pour obtenir une anesthésie plus profonde. Ce résultat est obtenu par une meilleure absorption de l'anesthésique, mais peut-être aussi par l'action anesthésique propre, que posséderait le gaz carbonique, d'après MAYER.

D'autre part, l'inhalation de gaz carbonique au cours de l'anesthésie empêche la gêne et l'irrégularité respiratoires, qui sont fréquentes dans la position de TRENDÉLENBURG.

Le gaz carbonique est, aussi, un adjuvant précieux dans le traitement de la syncope respiratoire et il mérite, à ce titre, de prendre place à côté des excitants cardo-respiratoires, comme le camphre et ses dérivés.

L'emploi du CO^2 dans les syncopes respiratoires est, au moins, aussi efficace que celui des médications habituellement employées, l'injection de lobeline, de coramine ou d'héxétone.

D'ailleurs, ces substances, employées habituellement,

ne sont pas sans danger, au cours d'une anesthésie par inhalation.

La lobeline avait été prônée en 1870 et 1880, mais elle fut délaissée, à cause des accidents qu'elle avait occasionnés.

Mais, en 1925, elle fut employée, à nouveau, dans les syncopes respiratoires, sur les conseils de HENZEL et COLIN. Mais GUNS a montré, après de multiples expériences, que son emploi n'était pas sans danger, principalement au cours de la narcose chloroformo-éthérée. Les doses infimes abaissent le volume respiratoire; de plus l'action excitorespiratoire de la lobeline n'existe qu'au début de la narcose, quand le centre respiratoire est peu modifié par l'anesthésique. Au contraire, dans les cas d'imprégnation plus profonde des centres, l'injection d'une dose, non mortelle de lobeline, peut provoquer la mort foudroyante.

De plus, avec l'éther ou le chlorure d'éthyle, toutes les doses diminuent le volume respiratoire.

La lobeline est efficace, dans les paralysies des centres bulbaires, dues à l'intoxication par la morphine et les stupéfiants, ou au cours des accidents respiratoires de la rachianesthésie.

L'emploi de la coramine et de l'héxétone comportent les mêmes réserves. Il faut rendre la narcose très superficielle, pour obtenir un effet respiratoire stimulant et dans la narcose profonde, toutes les doses peuvent être dangereuses.

Cependant l'injection intraveineuse de coramine présente des avantages, en raison de la zone maniable beaucoup plus grande de ce produit, La coramine con-

vient aux accidents respiratoires de l'intoxication par les barbituriques et de la rachianesthésie.

Toutefois, comme l'écrit MOUZON, « l'inhalation de gaz carbonique est plus puissante que l'injection de ces médicaments toni-respiratoires et plus fidèle dans son action ». (NORIS, HILDEHAND). De plus, elle ne semble pas présenter les mêmes dangers et elle a le mérite d'agir par une action purement physiologique.

On observe, également, grâce à l'inhalation de CO_2 , une diminution de l'encombrement bronchique qui est due, en partie, à la diminution de l'irritation de la muqueuse respiratoire, aux doses moindres d'anesthésique, à une meilleur expulsion des sécrétions bronchiques grâce à l'hypertonie des muscles bronchiques et peut-être aussi à une action microbicide propre au CO_2 (CORYLLOS).

On constate également une diminution, extrêmement nette, de la cyanose, si fréquente au cours des anesthésies générales. Le malade garde un teint vif et rosé, grâce à l'hyperventilation pulmonaire à la circulation sanguine plus facile, à la diminution de la stase périphérique.

Enfin, par son action excitante sur le centre respiratoire bulbaire, le gaz carbonique diminue les risques d'asphyxie et constitue un véritable traitement d'urgence de l'apnée anesthésique.

En effet, en cas de syncope bleue, il est aussi dangereux d'enlever le masque du visage du malade, que de lui faire respirer de l'oxygène pur et dans ce cas, la respiration artificielle est loin d'avoir une action électrique sur ces accidents.

Car, si cette manœuvre assure l'oxygénation du sang elle l'appauvrit en acide carbonique. Ce qu'il est logique de faire, c'est d'associer l'inhalation d'anhydride carbonique, à l'exécution de quelques mouvements de respiration artificielle, en cessant, dès lors, l'administration de l'anesthésique. En quelques instants on verra le rythme respiratoire reprendre son cours normal.

D'ailleurs, expérimentalement AMBARD et SCHIMD ont toujours pu lutter, ainsi, efficacement contre la syncope respiratoire provoquée chez un chien chloralosé.

LÉVY, en 1912, rapportait une expérience pratiquée sur un chien chloroformé et morphiné et chez lequel il avait provoqué ainsi un arrêt complet de la respiration.

Or, les mouvements respiratoires furent, immédiatement et définitivement, rétablis par l'insufflation d'un mélange d'oxygène et d'acide carbonique.

Plus récemment, ERB rapportait un cas d'intoxication par scopolamine-morphine, avec paralysie des centres respiratoires, dans lequel un résultat, remarquablement satisfaisant, fut obtenu par l'inhalation de gaz carbonique, après échec de la lobeline en injection.

L'amélioration obtenue, après insufflation trachéale de CO^2 , fut tellement satisfaisante, qu'il fut inutile de recourir à la pratique de la respiration artificielle. On connaît, également, la fréquence des syncopes, qui se produisent, à la fin d'une anesthésie très poussée, au moment où l'on enlève le masque. C'est la chute de tension du CO^2 , au moment où le malade respire à l'air

libre, qui en est la cause et l'inhalation d'anhydride carbonique en est le remède le plus efficace.

Tout ceci montre que le CO^2 possède, sur l'asphyxie bleue, d'une part, une action prophylactique évidente, en diminuant la cyanose et en entretenant une respiration régulière; d'autre part, une action curative, en supprimant rapidement les accidents.

B) EMPLOI DU GAZ CARBONIQUE AU RÉVEIL.

Les avantages sont nombreux et considérables et résultent toujours de son action excitante sur les centres respiratoires bulbaires. Son action est, particulièrement, importante pour éviter la syncope, qui se produit souvent, à la fin de la narcose, lorsque l'anesthésiste enlève le masque.

YANDELL HENDERSON a montré qu'à ce moment les centres respiratoires étaient profondément déprimés par l'anesthésique.

Si le sujet continue, néanmoins, à respirer convenablement, c'est que, grâce au masque, il respire un air confiné, où il maintient un taux élevé d'acide carbonique. Aussitôt le masque ôté, il respire à l'air libre, son air alvéolaire s'appauvrit en CO^2 et les centres respiratoires insuffisamment excités cessent de fonctionner. On peut se demander, si le ralentissement de la respiration, causé par l'enlèvement du masque, ne vient pas, lui-même, au secours de la respiration. En effet, le malade respirant plus lentement, le CO^2 s'accumule dans ses poumons; par le fait même, il devrait augmenter systématiquement l'excitation des centres respi-

ratoires et ranimer le sujet. Mais, d'après les expériences d'HENDERSON, les centres respiratoires exigent, pour fonctionner, une certaine consommation d'oxygène, en plus d'une certaine activité.

Or, lorsque l'anesthésiste a enlevé le masque, l'apport d'oxygène dans les poumons devient insuffisant, et la surcharge du sang en CO^2 est insuffisante pour contrebalancer les effets de cette anoxhémie.

L'anhydride carbonique assure au réveil, une rapide élimination de l'anesthésique, grâce à l'hyperventilation qu'il provoque. Il assure ainsi un « lavage du poumon », et grâce à l'activation de la circulation pulmonaire, il provoque « un lavage du sang ».

De cette façon, on obtient une chasse anesthésique, qui permet d'écourter sensiblement la durée réelle de l'anesthésie. On observe, donc, avec ce procédé un réveil rapide, calme et tranquille, avec désintoxication accélérée, sans nausées ni vomissements et sans sensation de constriction thoracique ou de soif d'air.

La reprise de la conscience sera de trois à cinq fois plus rapide, grâce à l'inhalation de CO^2 .

On observe, également, la suppression des nausées et des vomissements, qu'on peut attribuer à la diminution de la dose d'anesthésique absorbé, et aussi à l'influence bien connue des grandes inspirations, qui empêchent ces incidents. Ces nausées, fréquentes au cours de l'anesthésie au SCHLEICH ou au cours de l'orage de la vingtième minute de la rachianesthésie, sont beaucoup plus rares, grâce à ce procédé.

Enfin, on obtient ainsi une diminution du shock opératoire; le gaz carbonique ayant une action tout à

fait favorable sur tous les facteurs capables de le diminuer: hyperventilation du débit circulatoire, relèvement de la tension artérielle et rétablissement du tonus musculaire.

En résumé: on voit que les avantages de l'anesthésie carbonique sont nombreux. Sommeil plus rapide et plus régulier pour une dose anesthésique plus restreinte; réveil et désintoxication accélérés.

C) EMLOI DU GAZ CARBONIQUE DANS LES SUITES OPÉRATOIRES.

Les avantages de l'inhalation de CO^2 ne se limitent pas à la phase d'anesthésie. Il assure des suites meilleures, et il est aussi le meilleur prophylactique des complications pulmonaires, post-opératoires.

Plusieurs auteurs ont préconisé son emploi, au lit du malade, dès les heures ou au cours des jours, qui suivent l'intervention; et HENDERSON écrivait à ce propos « L'anesthésiste ne doit pas considérer sa tâche comme terminée au retour du malade à la conscience ». HENDERSON et HAGGARD COLIN avaient remarqué que l'anesthésique, grâce à cette méthode, disparaissait rapidement des poumons.

HAINES avait montré, qu'à l'action irritante de l'éther se surajoutait la stase, due au caractère superficiel, que prend la respiration après l'anesthésie.

Il y a donc un grand intérêt à assurer une forte ventilation de petites bronches et des alvéoles, de manière à éviter l'encombrement pulmonaire et la possibilité d'atelectasie. Pour cela, on emploiera l'inhalation

d'anhydride carbonique après l'anesthésie et durant les quatre premiers jours qui suivent l'intervention.

De cette manière, on débarrassera rapidement la trachée et les bronches des mucosités, qui s'y accumulent et des sécrétions septiques d'origine buccale, dans lesquelles SNEL voit un agent important d'infection pulmonaire.

On évite ainsi toutes les « pneumonites » post-opératoires qui comprennent les bronchites, les congestions pulmonaires, les broncho-pneumonies et les pneumonies plus ou moins atypiques, et qu'on observe de temps à autre après une anesthésie, et qui font suite le plus souvent à l'atelectasie pulmonaire.

COTTON (1912), LÉVY (1912), PORTER, HENDERSON, HAGGARD et COHEN (1920), CORYLLOS, BIRBAUM, RODLOFF, par leurs études, ont bien démontré l'intérêt du CO_2 pour la prophylaxie des complications pulmonaires post-opératoires.

HAINES a employé l'inhalation de CO_2 pour 139 malades, dont cinq seulement furent victimes de complications pulmonaires; ce qui constitue une importante amélioration sur les pourcentages anciens.

L'atelectasie pulmonaire, qui est des accidents post-opératoires, le plus à redouter survient, surtout après les anesthésies par inhalation principalement avec l'éther, mais aussi, quoique plus rarement, après une anesthésie locale ou une rachi-anesthésie.

L'atelectasie consiste en un simple affaissement des alvéoles, principalement au niveau d'un ou parfois des deux lobes inférieurs; et ce tassement est très favorable à l'infection secondaire.

Ce collapsus survient, surtout, après les opérations, portant sur l'étage supérieur de l'abdomen: les interventions sur le foie et les voies biliaires y prédisposent.

L'affection débute, brusquement, quelques jours après l'opération, par de la dyspnée et aussi par une forte élévation de température.

Cette affection dure quelques jours et peut, soit guérir progressivement, ou s'aggraver par infection secondaire.

Ce collapsus pulmonaire est dû à plusieurs facteurs, dont les principaux sont la diminution de la capacité pulmonaire, par suite de l'immobilité et du décubitus, par suite de la douleur provoquée par les grandes inspirations, de l'hypotonie musculaire et du relâchement du diaphragme.

Le spasme des muscles de REISSESEN et l'obstruction bronchique, dûe aux mucosités engendrées, sur place, par l'irritation chimique des muqueuses trachéales et pulmonaires et aussi aux mucosités rhinopharyngées, expliquent ce collapsus.

Les inhalations de CO^2 luttent, victorieusement, contre cette stase pulmonaire que la gymnastique respiratoire et le lever précoce des opérés n'arrivaient pas à vaincre. L'atélectasie a pour médications de choix l'inhalation de gaz carbonique, qui en constitue le véritable traitement spécifique, prophylactique et curatif. CULTER rapportait que, sur 2.000 opérations, il n'avait constaté que deux cas d'atélectasie, depuis l'emploi du CO^2 au cours de la narcose.

« Le CO^2 est donc spécifiquement préventif et curatif

de l'atelectasie, aussi spécifique que le sérum antidiph-térique contre la diphtérie. » (HENDERSSEN.)

C'est, d'ailleurs, pour le malade un traitement agréable et qu'il réclame, trouvant là, une euphorie réelle.

D'autre part, contre les accidents aigus c'est l'adjuvant physiologique par excellence du traitement médical.

D) EMPLOI DU GAZ CARBONIQUE AU COURS DES ANESTHÉSIES AUTRES QUE PAR INHALATION.

L'utilisation du gaz carbonique ne se limite pas aux anesthésies par inhalation; elle est également très efficace dans toutes les anesthésies (BERNARDBEIG). Chaque fois qu'apparaissent des phénomènes d'inhibition des centres respiratoires: anesthésies loco-régionales, qui nécessitent de grandes quantités d'anesthésiques comme une gastrectomie ou une thoracoplastie par exemple; rachi-anesthésies, utilisées de plus en plus actuellement, depuis les récents progrès dans ce domaine, pour combattre ce qu'on a appelé l'orage de la vingtième minute, anesthésies par lavement à l'avertine, pour combattre les accidents dus à l'hypotension artérielle. Dans toutes ces anesthésies, le CO_2 non suppléé par la méthode du rebreathing est recommandable, en tant que stimulant des centres respiratoires.

Comme THOUARS et CHAUVENET l'ont montré, on peut remédier aux incidents de la rachi-anesthésie (lipothymie, pâleur, vomissements, sensation de gêne respiratoire) par l'inhalation de gaz carbonique.

D'autre part, au cours des anesthésies de base, réalisées avec le pernocton ou l'avertine, le CO^2 sera un adjuvant très utile pour remédier aux incidents; et de plus on pourra l'employer avec l'anesthésique volatil, utilisé comme anesthésique de complément. Dans ce cas, la quantité d'anesthésique nécessaire est réduite de beaucoup, et le choc opératoire est presque nul.

DESMARETS et GIORDAN ont préconisé cette méthode et ont bien démontré l'action stimulante du CO^2 sur le relèvement de la tension artérielle, au cours de ces anesthésies de base.

Au cours de la rachi-anesthésie, la syncope grave, qu'on a appelé l'orage de la vingtième minute, est bien due à la paralysie des centres respiratoires. CAMUS a montré, en effet, que les centres respiratoires étaient les premiers atteints, et que leur paralysie précédait l'atteinte du cœur. Dans ce cas, pour éviter l'arrêt du cœur, il suffit de protéger ce dernier contre l'asphyxie en entretenant les mouvements respiratoires.

Certaines observations sont démonstratives à ce sujet. DELAGENIÈRE rapporte la suivante: Chez une malade rachi-anesthésiée, se produit, au bout de quelques minutes, une syncope cardiaque avec suppression absolue de la tension artérielle vérifiée au pachon. Après cinq minutes de respiration artificielle, le gaz carbonique, en inhalation, fait réapparaître, dès la seconde inspiration, les pulsations artérielles et la respiration. L'action du CO^2 se montre dans ce cas d'une efficacité très grande.

JONES a donné une explication physiologique de la défaillance respiratoire au cours de la rachi-anesthésie. La paralysie des nerfs phréniques atteinte par la solu-

tion anesthésique des quatrièmes racines cervicales est rare. La cause la plus fréquente de la diminution de la respiration est la paralysie des nerfs intercostaux. Par la suite, une bonne partie du mécanisme respiratoire se trouve mise hors d'action: le diaphragme agissant seul. la dilatation pulmonaire est réduite aux lobes supérieurs. De là, vient la tendance à l'anoxémie par ventilation incomplète du poumon. Cette anoxémie vient renforcer la fatigue du centre, déjà affaibli par la narcose et la respiration finit par s'arrêter.

C'est, dans ce cas, que l'inhalation de CO^2 aura les plus heureux effets, si elle est pratiquée assez tôt, quand le centre est encore capable de réagir.

En effet, on sait qu'une augmentation, de 3 % de CO^2 dans l'air inspiré, et de 0,2 % dans l'air alvéolaire, suffit à augmenter de 100 % la ventilation pulmonaire. Mais, si on attend trop longtemps, quand le centre respiratoire est fatigué ou trop narcotisé, le traitement restera sans effet, et il pourrait devenir même dangereux, en augmentant l'anoxémie que l'on cherche à combattre.

Enfin, on peut encore administrer le CO^2 ou le mélange de CO^2 à 5 % et d'O à 95 %, connu sous le nom de carbogène, en injections sous-cutanées, lorsque à la suite d'une syncope prolongée, la voie d'absorption pulmonaire devient insuffisante.

En résumé, on peut dire que l'inhalation d'anhydride carbonique est le premier procédé à utiliser en cas d'incidents respiratoires au cours de l'anesthésie; ou mieux encore, on l'emploiera comme préventif de ces alertes, quelle que soit la substance anesthésique em-

ployée: dans l'anesthésie par inhalation, dans la rachianesthésie, au cours de l'anesthésie loco-régionale ou encore dans l'anesthésie de base par l'avertine, ou le pernocton. On peut dire, avec DOPPLER, qu'il n'y a aucune contre-indication dans les syncopes bleues: la teinte bleue du visage étant due à la stase veineuse et non pas à l'accumulation d'un excès de CO^2 dans le sang.

Autres avantages du CO^2 .

Mais le CO^2 présente, encore, d'autres avantages, et son emploi dans les suites opératoires a été préconisé par de nombreux auteurs, qui ont montré, à la suite de FISCHER, qu'il trouvait son emploi dans un certain nombre de complications post-opératoires.

Le gaz carbonique active la circulation de retour, il supprime les stases veineuses et diminue, de cette façon, les risques de thrombose ou d'embolie post-opératoires.

Il supprime, également, le ballonnement abdominal en stimulant le péristaltisme intestinal, qui supprime ainsi la paresse de l'intestin. Il a également une influence heureuse sur les vomissements post-opératoires, qui seraient moins fréquents et moins graves (DAVIES et CHRISTIE) après les inhalations d'anhydride carbonique.

Le hoquet post-opératoire cesse fréquemment, après quelques bouffées de gaz carbonique simplement à cause des grandes inspirations provoquées par le CO^2 . A ce sujet, MOUZON rapporte des observations particulièrement démonstratives et en donne l'explication sui-

vante: une inspiration volontaire, profonde et vigoureuse suffit parfois à interrompre une crise de hoquet. On comprend donc que l'hyperpnée involontaire, provoquée par l'inhalation de CO^2 puisse agir d'une façon encore plus efficace.

On comprend, par là même, l'action si avantageuse du CO^2 sur les malaises, si fréquemment observés au cours de la rachi-anesthésie.

L'action hypertensive du CO^2 y est évidemment pour quelque chose, mais aussi cette inhalation du CO^2 calme ces sensations d'étouffement et de constriction thoracique, ainsi que les nausées et les vomissements.

Le gaz carbonique diminue aussi le choc opératoire, et restreint les dangers de l'opération chez les malades choqués (DOPPLER).

En effet, le gaz carbonique lutte avantageusement contre la dépression cardiaque, en relevant la tension artérielle, en augmentant le tonus vasculaire, en supprimant les stases et en tonifiant le myocarde lui-même.

F) AUTRES INDICATIONS DE L'EMPLOI DU CO^2 .

Nous ne ferons que citer rapidement les applications médicales de cette méthode générale d'inhalation de CO^2 : traitement des pleurésies purulentes, où elle se substitue à la méthode spirosopique dont elle n'a pas les inconvénients.

Ce traitement des intoxications provoquées par la morphine, la scopolamine ou l'alcool à haute dose et les autres stupéfiants, au cours desquelles le bulbe se trouve inhibé.

Mais, c'est dans le traitement des états asphyxiques, que la stimulation du centre trouve sa principale indication. Le CO^2 , précieux adjuvant de l'anesthésie, acquiert un rôle de premier plan dans le traitement des états asphyxiques, de quelque origine qu'ils soient; mais à l'exception cependant de l'asphyxie par submersion.

Le médecin colonel COT a magistralement exposé les indications du CO^2 dans le traitement des asphyxies accidentelles, en particulier par l'oxyde de carbone. Il a obtenu des résultats fort intéressants en substituant l'inhalation de carbogène (mélange préparé de 95 et de 5 parties de gaz carbonique) à l'inhalation d'oxygène pur avec le masque de NICLOUX dans le traitement des asphyxies accidentelles.

On peut employer un petit appareil à carbogène de type « ressucitator sparklett ». Ces appareils, très peu encombrants, sont à recommander pour des cas urgents hors de l'hôpital, et à ce titre sont des auxiliaires précieux pour le médecin et l'accoucheur ayant à combattre une asphyxie menaçante: asphyxie des nouveaux nés, asthme, angor-intoxication par la morphine, le véronal, ou les autres stupéfiants, empoisonnement par l'oxyde de carbone, coma alcoolique, etc...

Ce petit appareil de poche permet également l'injection sous-cutanée de carbogène, qu'on emploiera en même temps que la respiration artificielle dans les syncopes respiratoires ou de gaz carbonique pur qu'on emploiera dans les crises d'angine de poitrine (méthode de LIAN).

Cette méthode est d'ailleurs si intéressante que les

postes de secours des sapeurs pompiers de Paris ont été dotés de l'appareil à carbogène. Le médecin-capitaine SARROSTE emploie également cette méthode pour le traitement des asphyxies par le gaz d'éclairage. Il a traité 69 cas d'intoxication par le gaz d'éclairage et il n'a eu à déplorer que 4 décès seulement dont un tardif. Il emploie une méthode personnelle qui réunit la saignée, l'injection intraveineuse de 2 centimètres cubes d'huile camphrée, et le carbogène associé à la respiration artificielle.

Mais ce sont les accidents, dus à l'intoxication par le CO^2 qui ont le plus bénéficié de cette méthode. Avec le carbogène, on obtient une dissociation plus rapide de la carboxyhémoglobine et on obtient ainsi de véritables résurrections. Le carbogène se montre quatre ou cinq fois plus actif que l'oxygène pur administré avec le masque.

On emploie avec succès la carbogénothérapie dans toutes les autres asphyxies (électrocution, pendaison, etc.) sauf dans l'immersion. Dans tous les cas, cette méthode permet de ranimer les sujets, mais aussi elle se montre plus efficace pour prévenir les complications pulmonaires qui menacent secondairement les malades. L'hyperventilation qu'elle provoque évitera la stase pulmonaire, et les complications qui en résultent: congestions, œdèmes pulmonaires et broncho-pneumonies.

On peut, enfin, employer cette méthode dans le traitement de l'asphyxie par apnée du nouveau-né. Cette inhalation de CO^2 était, d'ailleurs empiriquement réalisée par l'insufflation directe dans les poumons de

l'enfant, de l'air expiré, riche en gaz carbonique, par le médecin ou la sage-femme. Ici encore cette inhalation agit par un processus physiologique, car on sait que la première dilatation du thorax de l'enfant est due à l'acidose sanguine, provoquée par la ligature du cordon ombilical.

On voit par là que les avantages du CO^2 sont très nombreux et que son emploi ne se limite pas au domaine de la chirurgie.

G) QUELQUES CONTRE-INDICATIONS DE L'EMPLOI DU CO^2 EN ANESTHÉSIE.

Il existe cependant quelques contre-indications à l'emploi du CO^2 en anesthésie générale et SCOTT fut l'un des premiers à les signaler.

Ce sont les lésions pulmonaires et les cachexies de toute nature; de plus il est préférable de l'éviter chez les grands hypertendus.

Il faut, évidemment, prendre certaines précautions dans l'administration du CO^2 au cours de l'anesthésie, si l'on veut éviter certains incidents ou même des accidents (observation de SEILLE). Le CO^2 donné en excès provoque de l'hyperventilation avec tous ses dangers: apnée et en même temps absorption trop rapide de l'anesthésique. Il va, tout d'abord, contre la régularité de la narcose et rétablit les « à coups » qu'il cherchait à corriger. Les signes de surdosage se traduisent par de la toux, de la suspension respiratoire, des mouvements abdominaux, gênants pour le chirurgien.

Lorsque l'arrêt respiratoire, au cours d'une anesthésie

profonde et prolongée, est dû à un surdosage (comme dans la syncope par anoxhémie) l'inhalation de CO^2 concentré peut être dangereuse. Le CO^2 du sang atteint déjà des valeurs élevées, et l'inhalation supplémentaire de CO^2 pur et concentré peut conduire à la mort subite par sommation.

Il est donc très important d'administrer le CO^2 à la dose convenable et de connaître la pratique rationnelle de l'emploi du CO^2 , basée sur l'observation des lois physiologiques qui règlent son action.

CHAPITRE III

TECHNIQUE ET APPAREILS POUR L'EMPLOI DU CO²

La technique de l'emploi du CO² est des plus simples, mais les diverses méthodes d'administration ne sont pas aptes à mettre tous ces avantages en vigueur. Chacune utilise plus spécialement l'une ou l'autre des propriétés du CO². Nous passerons maintenant en revue les différentes techniques et leurs qualités respectives.

I. — LE GAZ CARBONIQUE.

Le CO² peut être administré pur. C'est la méthode allemande de DOPPLER, DZIALOZYSKI et FISCHER. Une canule, placée dans la narine du malade, est reliée à un ballon de CO², qui doit être rechargé avec un obus d'acide carbonique sous pression.

LUNDY utilisait l'appareil de GWATHNEY, qui peut distribuer à volonté l'éther, le chlorure d'éthyle, le protoxyde d'azote et le gaz carbonique, grâce à six obus différents. Mais cet appareil a l'inconvénient d'être trop complexe et trop encombrant.

Aussi en France, c'est la méthode de FRUCHAUD et THALHEIMER, qui fut employée de préférence.

Le dispositif de TALHEIMER est une modification apportée à l'appareil d'Ombredanne. Entre la sphère métallique et la vessie se visse un raccord, communiquant par une tubulure munie d'un robinet avec un ballon réservoir en caoutchouc. Ce ballon communique avec un tube réservoir de CO^2 sous pression, constitué par un sparkilett de Briggs, analogue à ceux qui servent à la fabrication de l'eau de Selz. Le sparkilett contient quatre litres de CO^2 sous pression et le ballon de détente a une capacité de 2 litres. On ouvre d'abord le sparkilett pour mettre le ballon sous tension, puis au fur et à mesure des besoins, on ouvre le robinet du raccord pour envoyer le CO^2 dans le masque. Le manie-
ment de cet appareil est très simple et son encombrement réduit. Son emploi s'est généralisé et il est devenu un des accessoires coutumiers des salles d'opération.

Malgré tout, cet appareil n'est pas sans inconvénients. Tout d'abord le gaz carbonique doit traverser le feutre de l'appareil d'Ombredanne, dans lequel il s'imprègne ainsi de vapeurs anesthésiques. D'autre part, l'anesthésiste, pour ouvrir le robinet du raccord, doit lâcher la mâchoire du sujet et ce mouvement peut être ennuyeux. Enfin, le poids du raccord placé latéralement modifie l'équilibre de l'appareil d'Ombredanne, dont le poids est souvent gênant.

C'est pour toutes ces raisons que DESPLAS a fait construire un appareil plus commode. Sur le masque métallique de l'Ombredanne est fixée du côté du menton du malade et à droite une tubulure munie d'un robinet, sur laquelle vient s'adapter, par un tube fixé par un écrou à oreilles, la cartouche de CO^2 munie d'un

robinet à fermeture automatique. On peut aussi envoyer une bouffée de gaz carbonique à tout instant et le robinet se referme lui-même dès qu'on cesse de le manœuvrer.

Mais il n'y a pas de ballon réservoir interposé et l'arrivée de CO^2 sous pression risque d'être trop rapide sans précautions.

MONOD a adopté un dispositif très simple. Il branche directement la tubulure de l'appareil à CO^2 sur le sabot de caoutchouc du masque d'Ombredanne et du Richard.

Mais, quelque soit l'appareil utilisé, l'inhalation de gaz carbonique pur, présente des avantages particuliers et aussi des inconvénients.

Le principal avantage, c'est l'extrême simplicité de l'appareillage dont l'encombrement est réduit, l'entretien facile et le maniement simple.

D'autre part, le CO^2 pur agit fort bien sur les divers inconvénients de la période anesthésique: apnée et agitation du début, cyanose, encombrement bronchique et les risques d'asphyxie. Quelques bouffées de gaz carbonique, à la fin de l'anesthésie, produisent un réveil rapide avec élimination rapide de l'anesthésique avec diminution des nausées et des vomissements.

Mais les inconvénients de cette méthode sont nombreux et d'importance.

En effet, les appareils que nous avons décrits s'adaptent évidemment fort bien à l'anesthésie par inhalation, mais ils conviennent beaucoup moins aux autres modes d'anesthésie: par voie rachidienne, rectale ou régionale. Dans ces cas, l'application du masque d'Ombredanne, dont le feutre reste toujours plus ou moins imprégné

d'anesthésique, est désagréable au malade. D'autre part la respiration de CO^2 pur, provoque, chez un malade non endormi, une sensation pénible d'étouffement et de soif d'air. « Nous avons personnellement vérifié sur nous-mêmes, dit MONOD, que l'inhalation de CO^2 est beaucoup plus désagréable que celle de carbogène. »

Le gaz carbonique pur provoque de l'hyperventilation pulmonaire, mais il ne facilite pas l'hématose. Il ne combat pas l'anoxhémie et la veinosité du sang.

D'ailleurs, l'inhalation de CO^2 pur, non dosable, peut être dangereuse; par exemple, lorsque au cours d'un arrêt respiratoire. Après une longue anesthésie, on donne du CO^2 pur et concentré. Dans ce cas, le CO^2 du sang atteint déjà une valeur élevée et l'absorption supplémentaire de CO^2 peut conduire à la mort par sommation. Les trop fortes concentrations de CO^2 sont plus nuisibles qu'utiles: « Le CO^2 donné en trop grande quantité fait tousser les malades et surtout favorise les vomissements qui se prolongent deux ou trois jours » (DESPLAS).

LUNDY d'ailleurs disait: « Trop de CO^2 est pire que point du tout et l'on doit attacher son attention à ne pas dépasser un taux supérieur à 5 %. » C'est là une grave critique de l'inhalation de CO^2 pur où le mélange ne peut en aucun cas être dosé et où les décharges brutales ne sont pas sans inconvénients. Enfin, si l'inhalation du CO^2 pur convient fort bien à la période d'anesthésie et à celle du réveil, elle ne peut être utilisée dans les suites opératoires. En effet, l'application d'un masque d'Ombredanne, au lit du malade, n'est guère possible pour des raisons morales et matérielles. Or, il

serait bien regrettable de se priver de l'emploi du CO^2 dans les suites opératoires, car il se montre efficace pour combattre les complications pulmonaires de cette période.

II. — LE CARBOGÈNE.

La majorité des auteurs emploie le CO^2 mélangé et en particulier avec l'oxygène; soit extemporanément, soit un mélange dosé: c'est le carbogène d'HENDERSON (95 parties d'O et 5 parties de CO^2 pour 100).

BRIGGS avait adapté un sparkilett à un obus d'oxygène et les deux gaz se mélangeaient dans un ballon de caoutchouc. Il a appelé ce mélange « Dicarbox ».

Mais le mélange préalablement dosé, ou carbogène est encore préférable à cette méthode.

En effet, le carbogène excite le centre respiratoire, mais il facilite aussi l'hématose en apportant simultanément une grande quantité d'O. Il est utile dans l'apnée et aussi dans l'anoxhémie.

Le carbogène fournit le CO^2 à un taux optimum, correspondant aux données des physiologistes. Le dosage est fait d'avance et la quantité inhalée est sans importance. Il est donc, de loin, moins inoffensif, mieux dosé et aussi plus efficace.

Il existe diverses techniques pour administrer le carbogène.

On peut employer les cartouches de carbogène, qui sont du même type que celles employées sur les appareils de TALHEIMER et DESPLAS, mais la cartouche de carbogène contient 12 litres. On peut se servir aussi

des obus de carbogène. C'est la méthode du professeur GAUDIER. Il se sert d'un obus contenant 300 litres de carbogène à 7 %. Cet obus est facilement transportable, et il peut servir pour une centaine d'inhalations. L'appareil est placé aux côtés de l'anesthésiste, qui peut le manœuvrer facilement. On peut, encore, employer un appareil du même type, mais de volume et d'encombrement plus réduit.

MONOD, par contre, emploie des obus bien plus considérables: d'une capacité de 2.000 litres permettant d'utiliser le carbogène par inhalation (pur ou mélangé à l'anesthésique) ou en injections sous-cutanées en guise de sérum. Nous verrons maintenant les utilisations respectives de ces diverses modalités du carbogène. Le carbogène, en cartouches, présente des avantages certains. L'appareil est de volume réduit, de maniement et d'entretien simples et de prix restreint. Il est à la portée du chirurgien, aussi bien à domicile qu'à l'hôpital, mais il nécessite l'application du masque d'Ombredanne, ce qui présente certains inconvénients.

Le carbogène, en obus, répond parfaitement à toutes les indications d'emploi, soit au cours de l'anesthésie, soit dans les soins post-opératoires.

Son application est très efficace; et il fait merveille chez les asthmatiques, les emphysémateux, les hypotensifs, et en général chez tous les vieillards. De plus, l'inhalation de carbogène est agréable au malade, car elle lui procure une sensation très marquée de bien-être et de soulagement.

CONCLUSIONS

En résumé, les indications du gaz carbonique en chirurgie, sont:

Le début et la fin de l'anesthésie par inhalation, l'anesthésie non respiratoire et la prévention des complications pulmonaires post-opératoires. Mais, dans ces cas, on a le choix entre plusieurs méthodes différentes.

Tout d'abord, *pendant l'anesthésie* on peut utiliser, suivant la méthode du professeur GAUDIER, le plus souvent possible, l'appareil d'Ombredanne, où le CO^2 existe en quantité suffisante, pour exciter le centre respiratoire.

Dans ce cas, l'anesthésiste doit avoir à portée de la main, le masque à carbogène et le substituer à l'Ombredanne, à la moindre alerte. On peut aussi utiliser les appareils de TALHEIMER ou de DESPLAS, mais en les garnissant d'une cartouche de carbogène; de préférence au gaz carbonique pur.

Dans ce cas, l'anesthésie donnera le carbogène d'une façon intermittente par bouffées successives, par à coups; juste le temps de stimuler le centre respiratoire bulbaire, dès que le rythme respiratoire se ralentit. On peut, encore, employer une troisième méthode, qui consiste à brancher sur le masque d'Ombredanne une tubulure communiquant avec un obus de carbogène. Grâce à l'emploi du carbogène, on obtiendra une anesthésie rapide, sans agitation au début, sans période

d'apnée. La quantité d'anesthésique est diminuée et l'hématose se fait bien, grâce à la présence de l'oxygène qui évitera les syncopes respiratoires.

Dans toutes les *anesthésies non respiratoires*, régionale, rachidienne, locale, on emploiera l'obus de carbogène, qui rendra des services considérables, pour éviter les accidents hypotensifs, si fréquents au cours des anesthésies rachidiennes, où ils constituent « l'orage de la vingtième minute ».

A la fin de l'anesthésie respiratoire, on emploiera de préférence l'obus de carbogène qui permettra une élimination rapide de la substance anesthésique, la désintoxication de l'organisme et la prévention des complications pulmonaires.

Enfin, au cours des suites opératoires, les inhalations de carbogène sont tout à fait indiquées et dans ce cas seul l'obus de carbogène sera employé. On donnera à la dose de trois ou quatre par jour et ces inhalations seront de dix minutes chacune.

Nombreux seront les malades qui profiteront de l'administration du carbogène au cours des jours, qui suivent l'opération, en particulier pour les opérés du thorax (thoracotomie, thoracoplastie, apicolyse, plombage), les opérés gastro-hépatiques, les hyposystoliques et les vieillards.

Nous pouvons conclure que les inhalations de gaz carbonique, et surtout de carbogène ont apporté un perfectionnement considérable à l'anesthésie par inhalation surtout, mais que son emploi est indiqué, au cours de toutes les anesthésies et dans les soins post-opératoires.

Les appareils qui permettent soit l'emploi du gaz carbonique pur, soit de préférence du carbogène sont simples et commodes, mais la meilleure méthode est certainement celle qui emploie le carbogène en obus. C'est cette méthode qui permet l'emploi du carbogène indifféremment au cours de l'anesthésie générale, au cours de toutes les autres anesthésies et dans les suites opératoires. C'est donc ce procédé que le chirurgien emploiera de préférence s'il veut retirer le maximum d'avantages de la méthode d'inhalation de carbogène.

BIBLIOGRAPHIE

- BAZY. — Discussion de la Société de Chirurgie. *Bull. de la Sté Nat. de Chirurgie*, 1933, n° 33, p. 1.557.
- BERNARDBEIG (J.). — Au sujet de l'utilisation pratique de l'appareil Ombredanne-Talheimer. *Bull. et Mém. de la Soc. de Chir.*, 26 octobre 1932.
- BERNARDBEIG et POMMEPUY. — L'utilisation de l'acide carbonique dans l'anesthésie générale. *Toulouse Médical*, n° 11, 1^{er} juin 1933.
- BERNARDBEIG et POMMEPUY. — L'acide carbonique en anesthésie générale. *Société de Chirurgie de Toulouse*, 23 déc. 1932.
- BINET. — *Journal médical français*, oct. 1933.
- BRANDIS et KILIAN. — Optimum de l'action du CO² sur l'animal sain et en état de narcose. *Deutsche Zeitsch. für Chirurgie*, 2 oct. 1931.
- BROWN (A.-L.). — Post-opérative atelectasis. Action of carbon dioxid. *Journal of American Medical Association*, 1930, t. XCV.
- CADENAT (F.-M.) et DUFOUR (A.). — L'emploi des inhalations de gaz carbonique en chirurgie. *L'Hôpital*, mars 1933.
- CORYLLOS. — Complications post-opératoires et obstruction bronchique. *Surgery, Gynecology and Obstetrics*, mai 1930.
- COT. — Les asphyxies accidentelles. Maloine, édit., 1931.
- COT. — La carbogénothérapie. *Presse Médicale*, 1932, n° 97, p. 1.816, et 1932, n° 101, p. 1.902.
- COTTON. — Acapnia, Its surgical importance, Edimbourg. *Medical journal*, juillet 1931.
- DAUTREBANDE et MARTINETTI. — L'action de l'acide carbonique sur la pression artérielle. *Presse Médicale*, 1933, n° 100, p. 2.029.
- DAUTREBANDE (L.). — Considérations physiologiques sur l'anesthésie. De l'utilité des inhalations d'acide carbonique. *Biol. Méd.*, n° 7, août-sept. 1931.

- DELAGENIÈRE. — Réanimation du cœur par inspiration forcée d'acide carbonique. *Bull. de la Société Nat. de Chirurgie*, 1933, 31 mai.
- DESGOUTTES (L.) et RICARD (A.). — Anesthésie générale avec l'appareil d'Ombredanne. *Bulletin général de thérapeutique*, 1926, p. 326.
- DESMARETS. — L'anesthésie à l'avertine et au protoxyde d'azote-oxygène combinés. *Presse Médicale*, 17 janv. 1932, p. 258.
- DESPLAS (B.) et CHEVILLON (G.). — Modification apportée au masque de l'appareil d'Ombredanne pour inhalation de gaz carbonique.
- DESPLAS. — Discussion de la Société de Chirurgie. *Bull. de la Société Nat. de Chirurgie*, 1933, n° 33, p. 1.557.
- DURSHORDWE. — La pression sanguine sauvegarde l'anesthésie. *New-York State journal of Medicine*, vol. XXXII, 1^{er} février 1932.
- DOPFLER. — Über den Vert postoperativer Kohlensaure-inhalation. *Médiz. Klin.*, 13 mars 1925.
- DRINCKER (G.-K.). — The efficiency of oxygen-carbon-dioxid treatment of carbon monoxid poisoning. *Journ. of Hygien*, décembre 1925.
- DZIALOSZINSKI. — Kohlensaureinhalation in der Chirurgie. *Deutsch. Med. Woch.*, 22 avril 1927.
- ÉRÉ. — Kohlensaureinhalation zur Auregung des atemzentrums bei Alkaloidvergiftungen. *Munch. Méd. Woch.*, 10 août 1928.
- EVANS (F.-T.). — Méthodes d'absorption du gaz carbonique dans l'anesthésie. *Brit. Med. Jour.*, 1932, 1, 1931.
- FISCHER (E.). — Die intraoperative und postoperative Kohlen-saureinhalation eine Wzetzvolle Unterstutzung der inhalations narkose. *Zentralbl. für Gyn.*, 11 août 1928.
- FATYOL. — Notre expérience de l'appareil d'Ombredanne.
- FRANKEN (H.). — Physiologische Wirkungen der verabreichten Kohlensaure, ihre Bedeutung für die Narkose und die Therapie sowie Beschreibung einer einfachen Verabreichungs-apparatur. *Narkose in Anaesth.* 1, 65-80, 15 février, 1928.
- FOGLIANI. — La pression sanguine et le pouls dans les diverses formes d'anesthésie chirurgicale. *La Clinica Chirurgica* (Milan) n. s. an VII, n° 12, décembre 1931.

- FRANKEN. — Action de la lobeline et du CO^2 sur la respiration au cours de la narcose. *Klin. Woch.*, 5 mars 1929.
- FRUCHAUD. — De l'anesthésie avec le mélange éther-acide carbonique au moyen de l'appareil d'Ombredanne. *Bull. et Mém. de la Soc. de Chir.*, t. LVIII, n° 18, 11 juin 1932.
- FRUCHAUD et TALHEIMER. — Utilisation de l'anhydride carbonique au cours de l'anesthésie. *Arch. Méd. Chir. de Province (Tours)* an XXIII, n° 1, janvier 1933.
- FUSS et DERRA. — Sur les troubles des hydrates de carbone de l'équilibre acide-base et de l'expiration de gaz dans la respiration O^2 et CO^2 . *Deutsche Zeit. für Chir.*, 27 juillet 1932.
- GAUDIER (H.). — Traitement des complications pulmonaires post-opératoires et de l'asphyxie pendant les anesthésies générales par les inhalations d'acide carbonique et d'oxygène. *Bull. Mém. Soc. de Chir.*, 19 décembre 1931, p. 1.625.
- GAUDIER. — Carbogène et anesthésie générale combinée. *Bull. de la Soc. Nat. de Chirurgie*, 1932, n° 15, p. 738.
- GAUDIER et BOURNOVILLE. — Emploi du carbogène à la salle d'opération. *Soc. Méd. Chir. des Hôpitaux de Paris*.
- GESSEL. — Régulation de la ventilation pulmonaire par l'acidité du sang et des tissus, *Jour. Of Amer. Med. Associ.*, 27 octobre 1928.
- GIORDAN. — L'anesthésie de base au tribromoéthanol; Thèse Paris, 1932, n° 600, Villmard, édit.
- GOLWITZER (J.-D.) et DU BOIS (E.-L.). — The effect. on the circulation in man of rebrating different concentrations of carbon-dioxid. *Amer. Jour. of Physiol.*, août 1927.
- GOLWITZER MEIER et BROWN. — Action veino-constrictive du CO^2 et sa signification pour la circulation. *Klin. Woch.*, 10 mai 1930.
- GOSSET. — Rapports à la Société de Chirurgie. *Bull. de la Soc. Nat. Chirurgie*, 1932, n° 18, p. 942 et n° 27, p. 1.266.
- HADFIELD. — Les adjuvants actuels de l'anesthésie. *The Bristish Medical Journal* (Londres), n° 3.749, 12 novembre 1932.
- HAGGARD (H.-W.). — The absorption distribution an elimination of ethyl-ether. *Journ. of Biol. Chem.*, 1934, t. XIX.
- HELLEDALL (H.). — Zur Frage der Konlensaureinblasungen und der Lobelineinjektionem nach opérationem. *Zentralb. für Gyn.*, 19 novembre 1927.

- HENDERSON (Y.). — Surgical shock probably due to diminished CO_2 contents of the blood, *Americ. Jour. of Physiol.*, 1926.
- HENDERSON (Y.) et SCARBOROUGH. — Acapnia and shock. *Americ. Jour. of Physiol.*, 1910-1915.
- HENDERSON, HAGGARD et GOBURN. — The therapeutic use of carbon dioxide after anesthesia and operation. *Jour. of Amer. Med. Ass.*, 20 mars 1920.
- HENDERSON et HAGGARD. — Respiration in anesthesia; control by carbon dioxide. *British Med. Jour.*, 19 décembre 1925.
- HENDERSON. — Hyperventilation of the lungs as a prophylactic measure of pneumonia. *Journ. of Amer. Med. Ass.*, 13 juillet 1929.
- HENDERSON, CORYLLOS et HAGGARD. — Treatment of pneumonia by inhalation of carbon dioxide. *Arch. Inter. de Médecine*, 12 janvier 1930.
- HENDERSON. — Prophylaxie de l'asphyxie, prévention et traitement de la pneumonie secondaire par le gaz carbonique. *Brit. Med. Jour.*, 17 octobre 1931.
- JABOVICI (J.), GRIGORESCU (J.). — Use of carbon dioxide in surgery Romania med., 12: 89-90, 1^{er} avril 1934.
- KANSTKY. — Valeur thérapeutique des inhalations de gaz carbonique. *Wein Klin. Wchnschr*, 2 septembre 1932.
- KLEINDORFER (G.-B.). — Effect of carbon dioxide on ether anesthesia. *Proc. Soc. Exper. Biol. et Med.*, 28-263, 624, mars 1931.
- KONIG. — L'emploi de l'acide carbonique pendant et après la narcose. *Der Chirur.*, n° 23, 1^{er} décembre 1933.
- LAMBRET et DREISSENS (J.). — Administration de gaz carbonique au moyen de l'appareil Ombredanne-Talheimer au cours de l'anesthésie générale. *Echo Méd. du Nord*, 11 févr., 1933.
- LAKIN (H.-A.). — Use of carbon dioxide during induction and main.
- LANDIVARRE et IPARRAGUIBE. — L'emploi de l'acide carbonique pur ou associé à l'oxygène dans la narcose à l'éther. *El Dia Médico*, Buenos Ayres, an V, n° 9, septembre 1932.
- LARDENOIS (Paul). — Rôle et emploi du gaz carbonique dans l'anesthésie générale. Thèse de Paris, 1933, A. Legrand, éditeur.

- LEAKE (C.-D.) et WATERS (R.-M.). — Anesthetic properties of carbon dioxid. *Anesth. et Anal.* 8: 17-19, janv.-févr. 1929.
- LEON (E.). — The clinical use of carbon dioxid. with oxygene. *Jour. of. Americ. Ass.*, 16 mars 1921.
- LUNDY (J.-S.). — Carbon dioxid. as in aid in anesthesie. *Journ. Med. Ass.*, 19 décembre 1925.
- LOEPER, LEMAITRE, MOUGEOT et AUBERTOT. — Avantage et inconvénients des différentes méthodes d'administration du gaz carbonique. *Presse Médicale*, 12 avril 1933.
- MACKENZIE (R.-L.). — CO² in prophylaxis and cure of post-anesthetic respiratory complications. *Brit. M. J.* 1: 561-563, March 26, 1932.
- MAC HENZIE (J.-R.). — Carbon dioxid. gas and oxygene in anesthetic. *Anesth. And Analg.*, avril 1925.
- MANNHEIM. — L'inhalation d'acide carbonique dans les troubles respiratoires d'origine centrale au cours de la narcose. *Arch. f. Klinische Chir.*, vol. CLXXI, fasc. II, 3 septembre 1932.
- MATOUSEK. — Acide carbonique. Emploi dans la rachianesthésie. *Zentralbl. für Gynäk.*, 3 octobre 1931.
- MAYER. — Rôle du CO² dans l'organisme. *Bull. de l'Acad. de Méd.*, 1931, p. 127.
- MIDLETON. — L'acide carbonique dans le traitement de la congestion pulmonaire hypostatique. *Americ. Journ. of. Med. Sciences*, avril 1929.
- MOGILEW. — Valeur du CO² dans la prophylaxie des complications pulmonaires. *Zentralbl. für Gyn.*, 19 août 1930.
- MONOD (R.). — Les progrès récents en anesthésie. *Gazette des Hôpitaux*, 20 mai et 1^{er} juillet 1933.
- MONOD. — Les récents progrès en anesthésie. *Gazette des Hôpitaux*, 1933.
- MONOD. — *Congrès de Chirurgie*, 1933.
- MOUZON. — Les inhalations de gaz carbonique (méthode de Yandel Henderson), stimulant et régulateur de la fonction respiratoire. *Presse Médicale* 1929, n° 5, p. 68.
- NICLOUX. — L'intoxication oxycarbonée, 1 vol., 1925.
- OVERHOLT. — Hyperventilation pulmonaire post-opératoire. *Jour. Americ. Med. Ass.*, novembre 1930.

- PORTIER. — Rôle physiologique du gaz carbonique, son intervention dans les phénomènes de synthèse et de régénération. *Bull. de l'Acad. de Méd.*, 27 novembre 1928.
- POULIN. — Histoire de l'anesthésie avant l'emploi du chloroforme et de l'éther. *Thèse*, de Paris 1931.
- QUENU (J.) et OBERLIN (S.). — La « Pneumonie » post-opératoire. *Arch. Méd. Chir. de l'appareil respiratoire*, t. II, n° 2, 1927.
- REIMANN et BLOOM. — Administration of carbon dioxid after anesthesia and operation. The acid base regulatory mechanism. *Journ. of Amer. Med. Ass.*, 17 juillet 1921.
- PICOT. — Discussion de la Société de Chirurgie. *Bull. de la Société de Chirurgie*, 1933, n° 33, p. 155.
- RENTON. — Usage et abus de l'acide carbonique au cours des anesthésies. *The Med. Jour. Of. Australia* (Sydney), an XIX, vol. I, n° 4, 23 janvier 1932.
- RENAUX, DE BUTLER et GAUDOT. — Utilisation de l'anhydride carbonique au cours des opérations. *Picardie Médicale*, mars 1933.
- RIGHETTI. — Deetherization with carbon dioxid. *Anesth. And. Analg.*, février 1926, p. 8.
- RICHE et MAUGUES-MALINES. — Syncopes respiratoires au cours d'une anesthésie. Remarquable effet de l'inhalation d'acide carbonique. *Société des Sciences Méd. de Montpellier*, juin 1933.
- RINROSE. — « Principe de retour », dans l'anesthésie au gaz oxygène. *The British Med. Journ.*, n° 3.819, 17 mars 1934.
- ROEDER (C.-A.). — Carbon dioxide as adjunct to spinal anesthesia. *Am. J. Surg.* 14: 454-457, novembre 1931.
- SCOTT (W.-J.-M.) et CUTLER (E.-C.). — Post operative massive atelectasis. Effect of hyperventilation with carbon dioxid. *Journ. Of Amer. Med. Ass.*, 2 juin 1928.
- SIERRA et DEL VALLE. — Anesthésie générale de l'anhydride carbonique. *Bulletin de la Sociedad Cicurgia*, n° 3, juin 1933.
- SCHOTTE. — Prévention et traitement des accidents de la rachianesthésie par le carbogène. *Presse Médicale*, 1933, n° 70.
- SHELDON. — Control of hyperventilation with carbon dioxid. *Journ. Of Amer. Med. Ass.*, 1^{er} octobre 1927.

- SIERRA (L.). — L'anesthésie chirurgicale, historique progrès, état actuel. *Bulletin de la Soc. de Chir. du Chili* (Santiago), an X, n° 11, 14 et 28 décembre 1932.
- STUMPF. — L'acide carbonique adjuvant de l'anesthésie. *N. Y. St. Jour. Of Med.* (New-York), vol. XXXII, n° 3, 1^{er} février 1933.
- SWORD (B.-C.). — Clinical and laboratory advantages of carbon dioxid. anesthesia. *Anesth. And. Analg.*, août 1927.
- THALLHEIMER (M.). — Appareil pour faire respirer avec le masque d'Ombredanne un mélange riche en anhydride carbonique. *Bull. et Mém. de la Soc. de Chir.*, t. LVII, n° 18, 11 juin 1932.
- THALLHEIMER. — Valeur des inhalations de gaz carbonique au cours de l'anesthésie. *La Médecine*, novembre 1932.
- TIKHONOVITCH. — Use of carbon dioxide in course of anesthesia and its complications. *Vrach Gaz.*, 34: 426-431, 31 mars 1930.
- TOURNEUX (J.-P.) et BERGES (R.). — La narcose éthéro-carbonique. *Le Répertoire Pratique*, juillet 1933, n° 87. « A propos de l'emploi du CO² en chirurgie. »
- VIALARD. — Le gaz carbonique agent thérapeutique. *Orientation Médicale*, juin 1933.
- VIETHEN et GRIMBERG. — Influence des mélanges gazeux et d'acide carbonique sur les respirations. *Klin. Woch.*, mai 1929.
- WATERS (R.-M.) et HARRIS (J.-W.). — Carbon dioxid. an oxygen problema obstretic anesthesia. *Anesth. et Abalg.*, 10, 59, 63, mars-avril 1931.
- WHITE (J.-C.). — Deetherization by leans of carbone dioxid. inhalations. *Arch. of Surgery*, septembre 1923.
- WOODBRIDGE. — Carbon dioxide absorption method of gaz anesthesia. *S. Clin. North America*, 12 673182, juin 1932.
-

Thèse pour obtenir le grade de Docteur en Médecine,
présentée par M. DUPONT Jean-Louis, né à la Trinité-
Porhoët (Morbihan), le 9 juin 1910, et ayant pour
titre:

**EMPLOI DU GAZ CARBONIQUE
DANS L'ANESTHÉSIE GÉNÉRALE**

VU:

Nancy, le 18 février 1935.

Le Président de thèse,

FRÉLICH.

VU ET APPROUVÉ:

Nancy, le 19 février 1935.

Le Doyen de la Faculté de Médecine,

L. SPILLMANN.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER:

Nancy, le 20 février 1935.

Le Recteur de l'Académie,

Président du Conseil de l'Université,

L. BRUNTZ.

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
Introduction	7
Historique	19

CHAPITRE PREMIER

Action physiologique du gaz carbonique	29
--	----

CHAPITRE II

Les applications du gaz carbonique en chirurgie	39
---	----

CHAPITRE III

Techniques et appareils pour l'emploi du CO ²	61
Conclusions	67
Bibliographie	71
